

# horizons

**Le triomphe de la lumière 6**

**Les sols lessivés de la forêt tropicale 18**

**Les faiblesses des barrages 26**

**Classes time-out controversées 30**



# Comment le savoir nous métamorphose

«**N**ous sommes sur le chemin de la société du savoir», m'a dit un jour un ami. Cette phrase me trotte dans la tête. Qu'est-ce qui nous mène à penser cela ? Si la société du savoir est une société dans laquelle le savoir joue un rôle social et économique important, alors nous vivons déjà depuis longtemps dans une telle société. Et il ne s'agit ici pas uniquement des innovations techniques. Prenons par exemple l'invention des moteurs. Cette découverte a eu des consé-



quences révolutionnaires, notamment sur la productivité de l'économie et sur la mobilité. Mais elle a aussi changé notre regard sur ce qui nous entoure. La valeur conférée aux produits de masse bon marché fabriqués à l'aide de la force motrice est ainsi bien plus faible que celle qui est attachée à la fabrication hors série nécessitant un intense travail.

Alors que les conséquences de l'invention du «moteur» sont évidentes pour nous, celles d'une autre innovation marquante comme le laser le sont moins. Effectuée il y a cinquante ans par l'Américain Theodore Maiman, cette découverte a trouvé diverses applications concrètes. Beaucoup de gens savent sans doute que les lecteurs CD ou les caisses enregistreuses des supermarchés fonctionnent grâce au laser. Le fait que la technologie du laser est aussi utilisée par des météorologues pour analyser l'atmosphère ou par des physiologistes pour observer l'activité des neurones est en revanche moins connu. Il est donc difficile de dire aujourd'hui de quelle manière le laser change le regard que nous portons sur notre environnement. Est-ce que nous nous préoccupons par exemple davantage des minuscules particules présentes dans l'atmosphère ? Traitons-nous différemment les personnes au comportement social inadapté parce que nous savons comment fonctionne un cerveau normal ? Comprendons-nous ainsi vraiment la réalité ? A chaque nouvelle invention sur le chemin de la société du savoir, nous devons sans cesse trouver de nouvelles réponses à ces questions et à bien d'autres encore.

Regine Duda  
Rédaction de *Horizons*

Star Wars Episode VI – Return Of The Jedi © Lucasfilm-Cineplex



Knut Ehlers

Le manque de phosphore décolore les feuilles de maïs.



18

Hans-Christian Wepfer/Studio25, LoD

Bataille autour de l'héritage culturel des peuples autochtones.



Mahab Ghodss

Crues et sédiments menacent la stabilité des barrages.



26

6

Le pouvoir de la lumière ou comment le laser influence notre quotidien.

## point fort laser

### 6 Le triomphe de la technologie laser

Lorsque le laser a été inventé, il y a cinquante ans, personne ne se doutait de la façon dont il allait influencer notre quotidien. Aujourd'hui, il permet de mesurer la vitesse des véhicules, d'afficher les prix à la caisse, de prévoir la météo et contribuera peut-être bientôt à la lutte contre des maladies graves.

## biologie et médecine

### 18 Quand le maïs rate le bon moment

Au Kenya, des microorganismes pourraient-ils parer au manque de phosphore ?

### 20 Des morts qui parlent

Les momies éclairent aussi l'évolution des maladies infectieuses.

### 21 Un vaccin contre toutes les gripes

Des plumages colorés gages de survie  
Des amas de graisse d'origine ethnique

## culture et société

### 22 Bataille autour d'un héritage

Les peuples autochtones réclament les biens culturels qui leur ont été arrachés. Le droit leur vient en aide.

### 24 Fouilles sous 40 degrés

Des découvertes archéologiques au Mali apportent un nouvel éclairage sur l'histoire de l'Afrique de l'Ouest.

### 25 A l'écoute du patrimoine fribourgeois

Le prix du succès  
Hermann Burger joue aux échecs

## nature et technologie

### 26 Les barrages ne sont pas éternels

Un laboratoire lausannois cherche des solutions pour lutter contre l'érosion qui les menace.

### 28 Moustiques témoins du climat

Des larves d'insectes permettent de reconstituer l'histoire des changements climatiques.

### 29 Mangeurs de méthane au fond de la mer

Poudre de fer dans le müesli  
Vagues de chaleur de plus en plus dangereuses

### 4 en direct du fns

Distinction pour le pionnier des cellules solaires Michael Grätzel

### 5 questions-réponses

En quoi le débat sur le climat est-il biaisé, Monsieur Gutscher ?

### 13 en image

Explosion galactique

### 14 portrait

Thomas Zurbuchen, inventeur suisse à la Nasa.

### 17 lieu de recherche

En Tanzanie, deux biologistes étudient l'écosystème de la savane.

### 30 entretien

«Le modèle des classes time-out ne fonctionne que partiellement», estime Susanne Brüggel.

### 32 cartoon

Ruedi Widmer

### 33 perspective

Dominique Foray et l'indépendance de la recherche

### 34 comment ça marche ?

Comment ne pas perdre le nord

### 35 coup de cœur

«A l'eau!» au Musée d'histoire naturelle de Fribourg



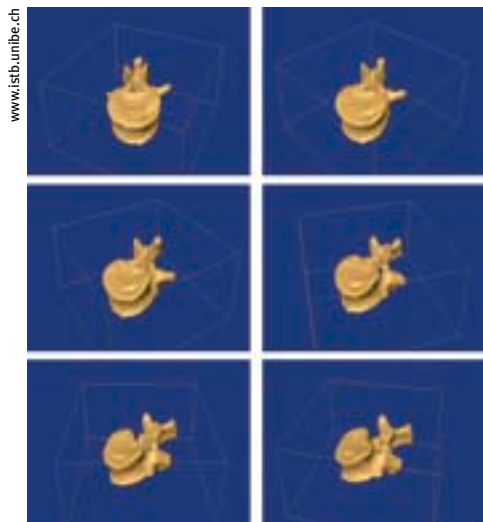
Photo de couverture en haut: rave party avec des faisceaux laser en Australie. Photo: Julian Smith/Corbis/Specter

Photo de couverture en bas: profil de la teneur en vapeur d'eau de l'atmosphère au-dessus de Payerne délivré par le radar optique Lidar. Photo: meteosuisse.ch



## Un film pour soulager le mal de dos

Les douleurs dorsales et les blessures de la colonne vertébrale devraient bientôt pouvoir être mieux soignées. Dans le cadre d'un vaste programme de recherche du Fonds national suisse (FNS), vingt-six groupes de recherche ont exploré de nouvelles approches pour traiter les troubles de l'appareil locomoteur. Une émission télévisée réalisée en collaboration avec le FNS montre la méthode révolutionnaire qu'une équipe de l'Institut de technologies chirurgicales et de biomécanique de l'Université de Berne a développée avec des spécialistes de l'EPFZ. Un film en 3D de la colonne vertébrale permet de visualiser précisément la manière dont les disques intervertébraux, les vertèbres et les articulations vertébrales interagissent lorsqu'un individu bouge. La nouvelle méthode ne simplifie pas seulement le travail des chirurgiens. L'objectif est aussi d'encourager la mise au point de nouveaux implants tels que des prothèses de disques intervertébraux. Une paysanne de l'Oberland bernois et le propriétaire d'une scierie lucernoise témoignent des bienfaits de ces progrès techniques et cliniques. Grâce à des opérations, leurs douleurs ont pu être éliminées. Film uniquement en allemand : [www.snf.ch](http://www.snf.ch) > Aktuell > Filme



## Prix pour un pionnier des cellules solaires

Matti Rajala / www.millenniumprize.fi



Le chercheur suisse Michael Grätzel a remporté le Millennium Technology Prize 2010. Cette distinction prestigieuse décernée par un jury international à Helsinki récompense le parcours hors norme de ce professeur de chimie de l'EPFL, inventeur des cellules

solaires à colorant. Appelées « cellules Grätzel », ces cellules solaires à pigments photosensibles imitent la photosynthèse naturelle. En raison de leur excellent rapport qualité-prix, elles pourraient devenir une source d'énergie renouvelable particulièrement prometteuse. Leurs applications incluent les vitres génératrices d'électricité et les panneaux solaires mobiles à bas prix. Michael Grätzel dont les travaux sont soutenus depuis de longues années par le FNS est l'un des dix chercheurs les plus cités du monde. Il a déjà

obtenu de nombreux prix et distinctions scientifiques. Grâce au Millennium Prize, il est maintenant également le lauréat du plus important prix international de technologie. Celui-ci est doté d'un montant total de 1,1 million d'euros, 800 000 euros allant au gagnant et 150 000 euros à chacun des deux autres finalistes. Accordé par l'Académie de technologie de Finlande, une fondation indépendante créée par des entreprises industrielles finlandaises en partenariat avec l'Etat finlandais, ce prix récompense une innovation technologique améliorant le bien-être et la qualité de vie.

[www.fns.ch](http://www.fns.ch) > Actuel > Actualité scientifique

## Subjectif et naïf

Lettre de lecteur sur l'article  
« Quand l'écologie nuit à l'homme »  
(Horizons n° 85, juin 2010)

*A Madagascar, la plus grande partie de la forêt primaire a été déboisée. Ce qui a pu être préservé, à l'image du Parc national de Masoala, a une grande importance pour la faune et la flore. La biodiversité unique qu'on y trouve recèle de potentielles ressources pour l'alimentation et la médecine. Le tourisme est par ailleurs l'une des principales sources de revenus de ce pays extrêmement pauvre. Les recettes d'un déboisement de ces surfaces tomberaient dans les poches de la mafia du bois et des acheteurs à l'étranger. Le parc de Masoala ne se prête guère à la culture du riz. Le pays possède de plus beaucoup de terrains déboisés et inutilisés qui pourraient être cultivés. Il est grotesque de prendre pour exemple la culture d'un peuple indigène d'Amérique du Sud pour affirmer qu'une exploitation ne serait pas grave. Cette vision des choses est plus subjective et à courte vue que notre supposée arrogance coloniale. Je suis étonné que des considérations aussi naïves bénéficient du soutien financier du FNS. Jan Ryser, Langnau (BE)*

## Le FNS en bref

*Horizons*, le magazine suisse de la recherche scientifique, est publié par le Fonds national suisse (FNS), la principale institution d'encouragement de la recherche scientifique en Suisse. Grâce à un budget de quelque 700 millions de francs, le FNS soutient chaque année près de 3000 projets auxquels participent environ 7000 scientifiques. Sur mandat de la Confédération, il encourage la recherche fondamentale dans toutes les disciplines, de la philosophie à la biologie en passant par la médecine et les nanosciences. Il a essentiellement pour mission d'évaluer la qualité scientifique des projets déposés par les chercheurs. Les projets de recherche présentés dans *Horizons* sont en règle générale soutenus par le FNS.

## horizons

MAGAZINE SUISSE  
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

*Horizons* paraît quatre fois par an en français et en allemand (*Horizonte*). 22e année, n° 86, septembre 2010.

### Editeur

Fonds national suisse de la recherche scientifique (FNS), Service de presse et d'information, responsable : Philippe Trinchin

### Rédaction

Urs Hafner (uha), rédacteur responsable, sciences humaines et sociales

Regine Duda (dud), recherche orientée

Helen Jaisli (hj), questions institutionnelles et encouragement des personnes

Philippe Morel (pm), mathématiques, sciences naturelles et de l'ingénieur

Ori Schipper (ori), biologie et médecine

Anita Vonmont (vo), édition en allemand et coordination rédactionnelle

Marie-Jeanne Krill (mjk), édition en français

### Adresse

FNS, Service de presse et d'information  
Wildhainweg 3, case postale 8232  
CH-3001 Berne  
Tél. 031 308 22 22, fax 031 308 22 65  
pri@snf.ch, [www.snf.ch/horizons](http://www.snf.ch/horizons)

Graphisme, rédaction photos  
Studio25, Laboratory of Design,  
Zurich, Isabelle Gargiulo,  
Hans-Christian Wepfer

### Correcteur

Jean-Yves Dumont

### Traduction

Catherine Riva, Ariane Geiser,  
Marie-Jeanne Krill

### Impression

Stämpfli SA, Berne

### Tirage

20150 exemplaires en allemand,  
10850 exemplaires en français  
ISSN 1663 2729

### L'abonnement est gratuit

Le choix des sujets n'implique aucun jugement de la part du FNS

© Tous droits réservés.  
Reproduction avec l'autorisation  
souhaitée de l'éditeur.





Peter Lauth

# « Ne pas mener de croisades »

**Il faut élever le niveau du débat sur le climat, fait valoir le professeur Heinz Gutscher, président de ProClim, le Forum sur le climat et le changement global.**

**Dans les médias, le changement climatique suscite un grand intérêt. Cela vous réjouit-il ?**

Oui, sur le fond, l'intérêt pour ce sujet est réjouissant. Il nous aide à communiquer les meilleures connaissances actuelles sur des processus climatiques complexes – l'objectif principal de ProClim. Mais le débat a tendance à déraiper.

**Vous aimeriez qu'il se déroule différemment ?**

Oui, et pour deux raisons. D'abord, il faut que la science reste en dehors de la politique. Elle ne doit pas extrapoler à partir de ses mesures et observations et dire ce qui peut ou doit être fait. Fixer des objectifs climatiques – comme un réchauffement de deux degrés au maximum – ne relève pas de la science mais du politique. La science peut par ailleurs conseiller de façon honnête sur les conséquences des diverses évolutions et esquisser des options d'action. Mais il appartient à la population de choisir la solution et les objectifs, dans le cadre d'un processus politique.

**Y a-t-il d'autres dysfonctionnements ?**

Les scientifiques n'ont pas à mener des croisades. L'enjeu, pour eux, ne doit pas être de combattre des adversaires. Lorsque les scientifiques qui se font attaquer se défendent de manière violente au

lieu d'analyser patiemment les arguments et surtout d'admettre les quelques erreurs commises, cela porte préjudice à la science: elle perd la confiance que la population a mise en elle.

**Comment regagner cette confiance ?**

Il existe fondamentalement deux types de confiance: celle que l'on place dans la performance scientifique et celle que l'on accorde à l'intégrité professionnelle et humaine des scientifiques. Cela ne sert à rien de se référer à la qualité et à l'exactitude des méthodes utilisées lorsque la confiance dans l'intégrité a été ébranlée et qu'une partie de la population soupçonne les scientifiques de faire preuve d'alarmisme pour servir leurs propres intérêts et obtenir plus d'argent pour leurs recherches. Les scientifiques ne regagnent en crédibilité que s'ils montrent à la population qu'ils respectent des valeurs éthiques, qu'ils sont mus par une vraie préoccupation et qu'ils sont déterminés à trouver des solutions.

**Quelle contribution ProClim souhaite-t-il apporter ?**

Nous aimerions permettre aux journalistes spécialisés de mieux comprendre les processus climatiques et espérons ainsi améliorer la qualité du débat. Nous vou-

lons montrer, lors d'ateliers, comment faire la différence entre des arguments scientifiquement fondés et des arguments erronés. Cela concerne souvent des conclusions illogiques. Le fait qu'il y ait eu des périodes chaudes par le passé ne permet pas de conclure que l'homme n'a pas d'influence sur le réchauffement actuel. C'est comme si nous disions qu'un incendie de forêt ne peut pas être provoqué par l'homme, parce qu'il existe aussi des causes naturelles.

**Comment se présentent d'autres arguments erronés ?**

On retrouve toujours les mêmes schémas. Celui qui par exemple étaye des arguments au moyen d'un extrait spécifique d'une série de mesures au lieu de montrer l'ensemble chronologique devrait susciter un questionnement critique. Des arguments faibles peuvent aussi

**« Fixer des objectifs climatiques ne relève pas de la science mais du politique »**

s'appuyer sur des phénomènes limités localement. Cette année, le mois de janvier a été plus froid que la moyenne aux Etats-Unis et en Europe. A l'échelle mondiale, il a toutefois été l'un des plus chauds de ces vingt dernières années. La neige devant sa porte n'est donc pas un indice fiable pour nier l'existence d'une tendance globale au réchauffement. **Propos recueillis par Ori Schipper** ■


Heinz Gutscher est professeur de psychologie sociale à l'Université de Zurich et président de l'Académie suisse des sciences humaines et sociales (ASSH). Le Forum ProClim qu'il préside est chapeauté par l'Académie suisse des sciences naturelles (SCNAT).





# Le triomphe de la





**Plus que de la science-fiction.**  
Devenue célèbre grâce aux épées de lumière magiques de la série « Star Wars », la technologie laser a investi notre quotidien, par exemple pour mesurer le débit d'une pompe à eau.

Photo : Thomas Ernsting/laif/Keystone

**L**orsque, il y a cinquante ans, Theodore Maiman a réussi à créer un rayon de lumière rouge à partir d'un cristal de rubis, rien ne laissait présager le formidable essor qu'a connu depuis la technologie laser. Le physicien américain qualifiait lui-même sa découverte de « solution géniale à un problème qu'il fallait encore trouver ». Les applications militaires du laser évoquées par les médias à l'époque – on se trouvait en pleine guerre froide – ont effectivement fait long feu. Le redouté rayon de la mort dont on prophétisait alors l'avènement n'est jamais devenu réalité. Dans le domaine militaire, le laser n'a toujours pas pu démontrer son utilité – malgré les milliards investis dans le programme Star Wars de l'ère Reagan. Et les épées de lumière des puissants chevaliers Jedi restent cantonnées aux films de science-fiction.

# technologie laser

Dans le domaine civil, ces faisceaux de rayons lumineux font au contraire partie de notre quotidien et sont utilisés dans des domaines très variés. C'est ce que nous rappelons dans notre point fort. Nous montrons aussi les nouvelles perspectives que le laser ouvre dans la recherche : comment il permet d'améliorer les prévisions météo et comment il va sans doute bientôt contribuer au traitement de l'arthrite rhumatoïde. **ori** ■



# Un laser pour mesurer l'atmosphère

La station aérologique de MétéoSuisse à Payerne accueille un radar optique développé par des chercheurs de l'EPFL. Un instrument qu'un volcan islandais a récemment mis sur le devant de la scène.

PAR PHILIPPE MOREL

**A**u-dessus de la plaine de la Broye, une petite route agricole mène à un bâtiment entouré d'une multitude d'instruments étranges et mystérieux: bienvenue à la station aérologique de Payerne. C'est dans ce véritable centre névralgique que MétéoSuisse récolte l'ensemble de ses données météorologiques de surface ainsi que de nombreuses observations atmosphériques.

L'aventure a commencé dans les années 40, et le choix de Payerne ne doit rien au hasard. Les données météorologiques sont alors considérées comme stratégiques et il est important que les ballons-sondes envoyés analyser l'atmosphère retombent sur le territoire helvétique. En tenant compte des vents dominants, des études montrent que le site broyard répond le mieux à cette exigence. Septante ans plus tard, les statistiques leur donnent raison.

## Au rythme des ballons

Aujourd'hui encore, l'envol des ballons-sondes rythme la vie de la station. Celle-ci fait partie du réseau de mesures de l'Organisation météorologique mondiale qui compte environ 700 stations. Deux fois par jour, à 0:00 et 12:00 GMT, elles lâchent simultanément un ballon-sonde. Les profils de vent, de pression, de température et d'humidité qu'ils mesurent jusqu'à plus de 30 000 mètres d'altitude représentent une information de base pour les prévisionnistes du monde entier.

Pour Bertrand Calpini, directeur de la station aérologique, «ces ballons remplissent bien leur mission, mais ne permettent pas de mesurer l'état de l'atmosphère en continu». Une des solutions à ce problème se trouve dans un hangar situé à la périphé-

## Contrôle de la vitesse

Des sortes de pistolets laser mesurent la vitesse des skieurs grâce à des impulsions infrarouge courtes que les athlètes réfléchissent depuis la piste. Depuis le milieu des années 1990, la même technologie est utilisée pour la surveillance du trafic. Raison pour laquelle, aujourd'hui, les seuils de tolérance sur les dépassements de vitesse sont plus bas – au grand dam de certains conducteurs.

Urs Fülleler/Keystone

**Un radar dans un hangar.** Cet instrument envoie de brèves impulsions laser dans l'atmosphère. Une partie de ce faisceau lumineux est ensuite rétrodiffusée puis transformée en un signal électrique et analysée (page 9). C'est ainsi qu'il est possible de déterminer la teneur en vapeur d'eau et en aérosols de l'atmosphère. Illustration: Andreas Gefé.



rie de la station. Celui-ci abrite un Lidar (acronyme de Light Detection And Ranging, soit détection et télémétrie par ondes lumineuses). Il s'agit d'un radar optique qu'une équipe de chercheurs de l'EPFL, dirigée par Hubert van den Bergh et Valentin Simeonov, a développé pour les besoins de MétéoSuisse. Livré en août 2008 à Payerne, il est passé du statut d'instrument expérimental à celui d'instrument opérationnel. Jour et nuit, il délivre toutes les 30 minutes des profils de la teneur en vapeur d'eau et en aérosols de l'atmosphère au-dessus de Payerne. Ces données permettront de corriger en permanence les modèles et d'améliorer les prévisions.

A l'intérieur du hangar, Valentin Simeonov, responsable actuel du groupe Lidar à l'EPFL, en explique le fonctionnement: «Ce radar envoie de très brèves impulsions laser dans l'atmosphère. Les molécules et les particules de l'atmosphère interagissent avec ce faisceau lumineux. Une infime partie en est rétrodiffusée vers le sol, où un télescope la récupère et l'amène à un détecteur de lumière. Elle est ensuite transformée en signal électrique puis analysée.»

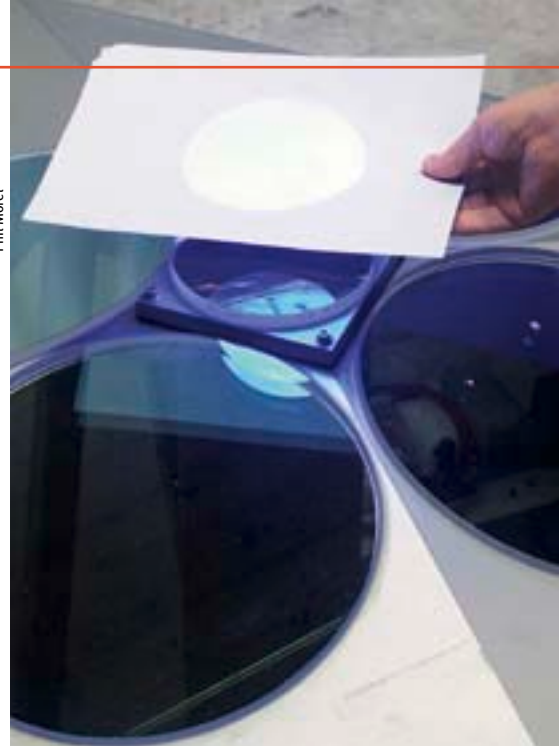
### Interaction entre lumière et matière

Cette lumière est en effet porteuse d'information car elle interagit avec la matière qu'elle rencontre. L'interaction la plus simple est appelée élastique: lorsqu'un photon rencontre une particule ou une molécule, il rebondit comme une balle contre un mur. En connaissant la vitesse de la lumière et le temps qui sépare l'émission de la réception d'une impulsion lumineuse, on peut calculer la distance à laquelle se situe la particule ou

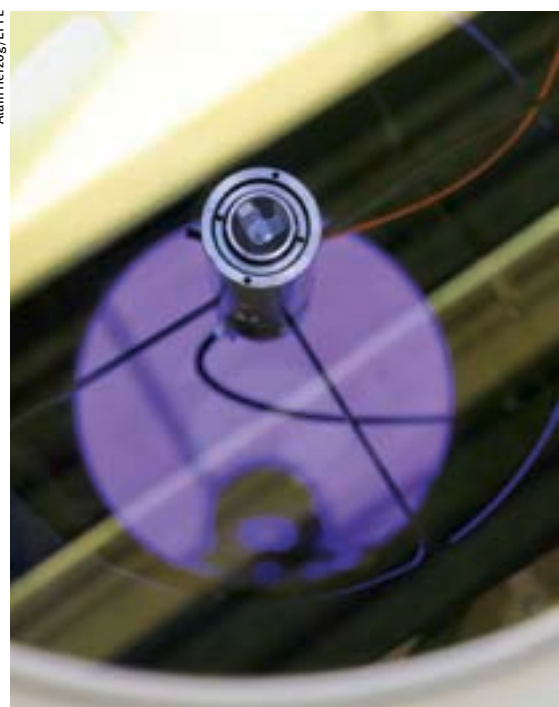
la molécule. L'effet Raman vibrationnel (du nom de Sir Chandrasekhara Venkata Raman, Prix Nobel de physique indien qui en fit la découverte) est une autre interaction: la lumière et la molécule rencontrée échangent de l'énergie et, du coup, la longueur d'onde de la lumière varie. Ce changement dépend uniquement du type de molécule rencontrée. Il constitue donc une sorte d'empreinte digitale moléculaire. La comparaison des intensités des longueurs d'onde rétrodiffusées de l'eau et de l'azote – dont la concentration dans l'atmosphère est fixe – permet de mesurer la teneur en vapeur d'eau à différentes altitudes. D'autres interactions comme l'effet Raman rotationnel ou l'effet Doppler permettent de mesurer des profils de température ou de vent.

Dès lors, pourquoi encore employer des ballons-sondes? La réponse de Bertrand Calpini est limpide: «Tout d'abord, notre Lidar est un prototype unique, et il n'est guère envisageable d'en équiper chaque station aérologique. Ensuite, les ballons fonctionnent par tout temps et montent à plus de 30 000 mètres, alors qu'une couverture nuageuse à basse altitude rend impossible l'utilisation du Lidar et que les informations qu'il livre se limitent aux dix premiers kilomètres de l'atmosphère. Enfin, le système actuel n'est opérationnel que 50 pour cent du temps, en raison de mauvaises conditions météo ou de pannes.» La plupart des pannes ne concernent pas le Lidar, mais les systèmes périphériques comme l'ouverture du toit, le système de refroidissement ou l'informatique. Mais pour le directeur de la station aérologique de Payerne, «le Lidar est clairement un pas vers la météorologie de demain». ■

Phil Morel



Alain Herzog/EPFL



DUR.de

## Nuage de cendres sur l'Europe

**Jeudi 15 avril 2010:** le volcan islandais Eyafjallajökull commence à cracher ses cendres dans l'atmosphère. Au cours des heures qui suivent, les espaces aériens européens ferment les uns après les autres. Informées du phénomène, les équipes de Bertrand Calpini et Valentin Simeonov se mettent à l'affût du fameux nuage à l'aide du Lidar. «Les instances de l'aviation civile étaient avides de données sur ce nuage invisible. Il leur manquait en particulier les informations concernant son altitude, son épaisseur et la concentration

de cendres», explique le directeur de la station aérologique de Payerne.

**Vendredi 16 avril 2010, 23h00:** le Lidar enregistre l'arrivée du nuage à la verticale de Payerne, à 6500 m d'altitude. Puis il suit sa lente descente dans l'atmosphère, jusqu'à sa disparition, et fournit ces informations essentielles à l'Office fédéral de l'aviation civile. Le Lidar n'ayant pas été développé pour le suivi d'un tel nuage, Valentin Simeonov et Bertrand Calpini sont fiers de ses performances. Si tous deux se réjouissent des perspectives

que cela ouvre, le directeur de la station tempère l'enthousiasme du chercheur de l'EPFL: «Cet appareil n'est pas un instrument de recherche. Pour fournir cette information de façon professionnelle lors d'une prochaine éruption, nous devons en assurer la fiabilité, tant au niveau de l'acquisition des données que de leur interprétation. Cette fois-ci, le hasard, l'enthousiasme et les bonnes volontés ont permis d'obtenir d'excellents résultats. Au vu des enjeux sécuritaires et financiers, l'improvisation ne suffit pas.»



# Une lumière qui guérit

Des biologistes éclairent des souris au laser et rendent visibles certains processus moléculaires et cellulaires restés cachés jusqu'ici. En même temps, ils développent ainsi de nouvelles thérapies, par exemple contre l'arthrite rhumatoïde.

PAR STEFFI LEHMANN



William Whitehurst/Corbis/Specter

## Achats

Un bref mouvement de la main sur le laser installé à la caisse du supermarché suffit pour scanner un code barre. A partir de la séquence de bandes noires plus ou moins larges et d'espaces blancs fortement réfléchissants, le système reconnaît le produit que l'on a mis dans le caddie et son prix.

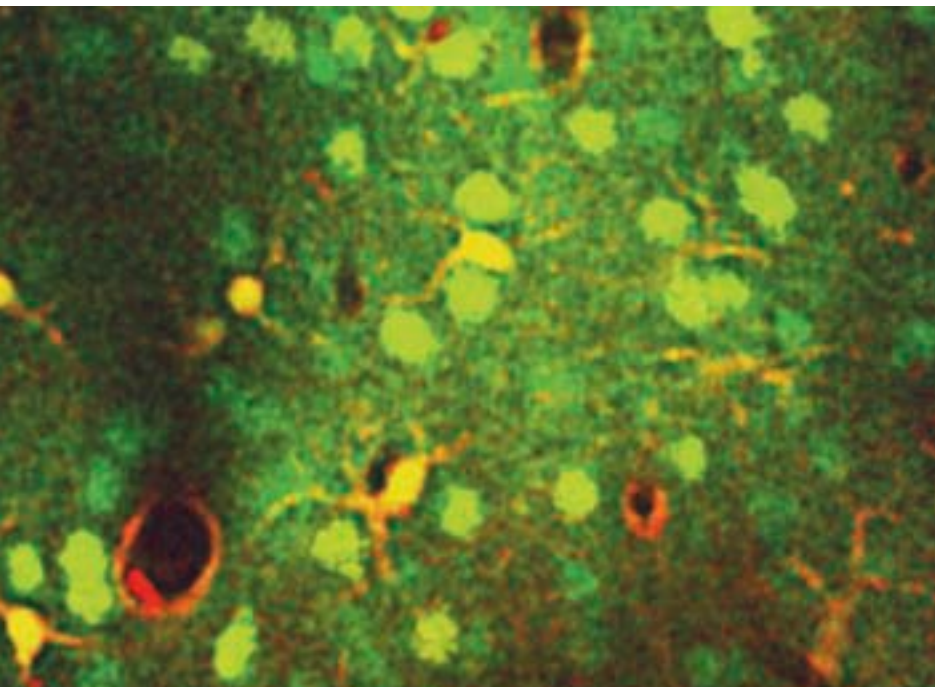
Il est partout, mais bien souvent, nous ne le remarquons pas. Dans notre imprimante, à la caisse du supermarché, dans la discothèque, sur le chantier devant l'immeuble: depuis son invention il y a cinquante ans, le laser est devenu partie intégrante de notre quotidien.

La recherche biomédicale moderne ne serait plus concevable sans lui. Car le laser n'a pas seulement ouvert de nouvelles possibilités thérapeutiques, comme la correction de la myopie. «Il est indispensable également pour la recherche fondamentale», explique Fritjof Helmchen, professeur de neurophysiologie à l'Université de Zurich et à l'EPFZ.

Avec son équipe, il étudie la façon dont les neurones communiquent entre eux lorsqu'ils sont soumis à des stimuli extérieurs.

## Regarder les neurones «faire feu»

Les scientifiques utilisent pour leurs expériences des colorants fluorescents qui brillent d'une certaine couleur lorsqu'on les éclaire à la lumière visible ou à la lumière infrarouge. Ces colorants brillent aussi beaucoup plus intensément lorsqu'ils se lient aux ions de calcium qui affluent dans un neurone lorsque ce dernier est activé par un stimulus. A l'aide d'un microscope biphotonique, les chercheurs suivent ces changements d'intensité en temps réel et observent ainsi en quelque sorte les neurones «faire feu» dans un cerveau intact.





Tout ceci est possible grâce au laser: la microscopie biphotonique est en effet la seule technique de microscopie permettant de voir dans les couches profondes du cortex cérébral; elle utilise la lumière laser infrarouge pour pénétrer dans les tissus et stimuler les colorants.

Pour leurs études, les chercheurs exposent des souris à des stimulations sensorielles. Ils plient par exemple légèrement les poils de leurs moustaches, un organe sensoriel important. Dans le cortex, cette stimulation entraîne l'activation de certains neurones qu'ils peuvent localiser précisément. «Le fait de comprendre le fonctionnement de ces circuits neuronaux dans un cerveau sain nous permettra de remonter plus facilement aux causes des défaillances de l'activité cérébrale dans diverses maladies», note le professeur Helmchen.

Markus Rudin, professeur d'imagerie moléculaire à l'Université de Zurich et à l'EPFZ, utilise les lasers et les colorants fluorescents pour rendre visibles certains processus biologiques cachés. Il s'intéresse aux modifications moléculaires à l'origine de certaines affections.

### Plaques visibles

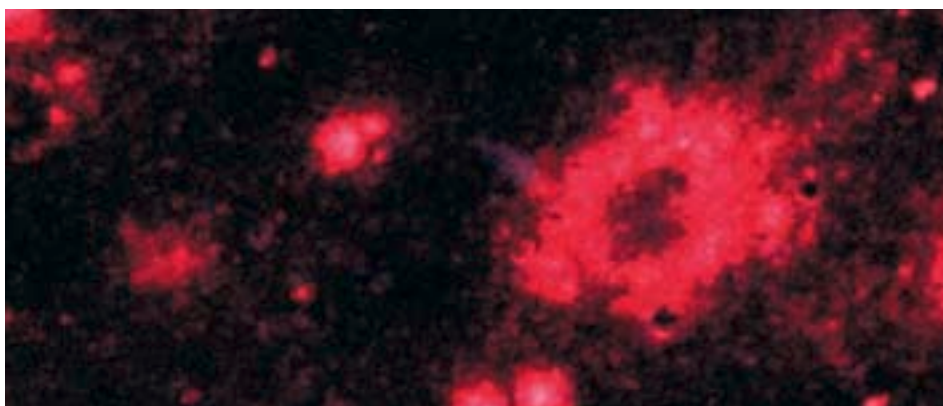
L'un des colorants utilisés par Markus Rudin et son équipe se lie spécifiquement aux plaques, ces dépôts de protéines qui s'accumulent dans le cerveau des patients atteints de la maladie d'Alzheimer et perturbent la fonction des neurones. Ce colorant est injecté à des souris génétiquement modifiées qui contractent cette affection. Lorsque les animaux sont soumis à une lumière laser rouge, le colorant se met à briller et met les plaques en évidence.

Markus Rudin et ses collaborateurs peuvent ainsi suivre, sur des semaines et des mois, les modifications moléculaires qui interviennent dans le cerveau de ces souris et tester de nouvelles thérapies. Ils ont par exemple montré qu'un certain anticorps qui se liait aux dépôts de protéines chez les patients atteints d'Alzheimer finissait par entraîner leur destruction: les cerveaux des souris malades qui ont été traitées pendant plusieurs semaines avec cet anticorps brillaient en effet avec moins d'intensité. ►

### Chirurgie oculaire

En vingt ans, le laser est devenu en médecine synonyme d'embellie pour les porteurs de lunettes et de lentilles de contact. Le laser aplatit la cornée en la gommant très légèrement et corrige ainsi la réfringence de l'œil, ce qui permet d'améliorer l'acuité visuelle.

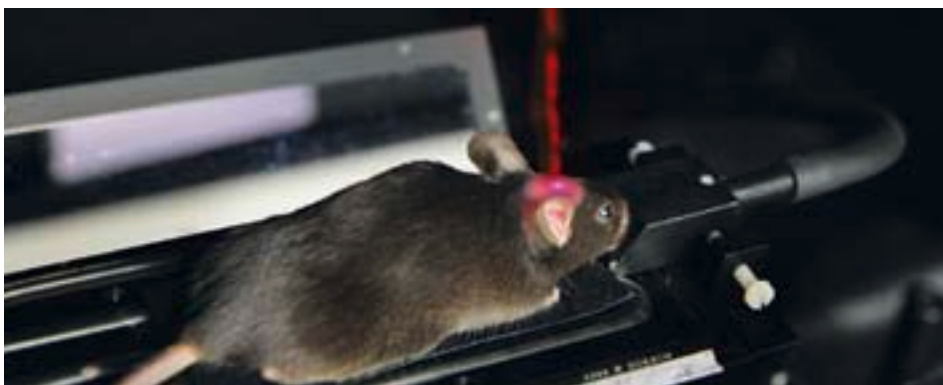
SwissLask/Photopress



### Internet

Depuis vingt ans, le cœur d'Internet, appelé dorsale Internet, est composé de câbles en fibre de verre. Actuellement, ces derniers conquièrent toujours davantage le dernier kilomètre des raccordements aux domiciles des usagers dans les villes. Une lumière laser de différentes couleurs augmente la bande passante et permet aux e-mails de foncer dans le web à la vitesse de la lumière.

Salvatore Di Nolfi/Keystone



**En savoir plus sur Alzheimer.** La lumière laser met en évidence des dépôts de protéines (ci-dessus et au milieu, en rouge) typiques de la maladie d'Alzheimer dans le cerveau d'une souris de laboratoire.  
Photos: www.biomed.ee.ethz.ch; Peter Lauth



**Soulager l'arthrite.** La thérapie photodynamique recourt à la lumière du laser pour détruire des cellules dans les articulations enflammées. Testé avec succès sur des souris, ce traitement pourrait à l'avenir aussi être utilisé chez l'homme. Photo : CNRI/SPL/Keystone

tissus enflammés, par le biais d'une intervention chirurgicale ou par radiothérapie. Ces traitements ont des effets secondaires dangereux et ne peuvent pas être répétés à volonté.

### Nouvelle base thérapeutique

Dans leur quête d'un traitement alternatif, Nathalie Busso, collaboratrice scientifique au CHUV, et Norbert Lange, de l'Institut de pharmacologie de l'Université de Genève, se sont tournés vers la thérapie photodynamique. Cette méthode recourt à la lumière du laser pour déclencher une réaction chimique entre une substance inoffensive injectée dans le sang des patients et l'oxygène présent dans le tissu. Il en résulte des formes réactives de l'oxygène qui sont toxiques et détruisent les cellules dans leur environnement immédiat.

Pour éviter que les toxines ne soient libérées au mauvais endroit dans l'organisme, les chercheurs ont associé plusieurs molécules de cette substance à des protéines. Car tant que les molécules sont assemblées, elles ne peuvent pas être activées par la lumière. Mais dans les articulations touchées, la réaction inflammatoire active les bonnes protéases : ces ciseaux moléculaires coupent les protéines et rendent ainsi la substance sensible à la lumière. Seules les cellules des articulations enflammées sont éliminées de façon ciblée.

«Ce traitement est très spécifique et ne devrait donc pas provoquer d'effets secondaires», relève avec optimisme Norbert Lange. Avec Nathalie Busso, ils ont testé pour la première fois cette nouvelle méthode de traitement sur des souris génétiquement modifiées atteintes d'arthrite rhumatoïde, avec succès!

Tous deux espèrent donc qu'en plus des nombreux services qu'il rend déjà, le laser pourra bientôt améliorer le sort des patients souffrant d'arthrite rhumatoïde. ■



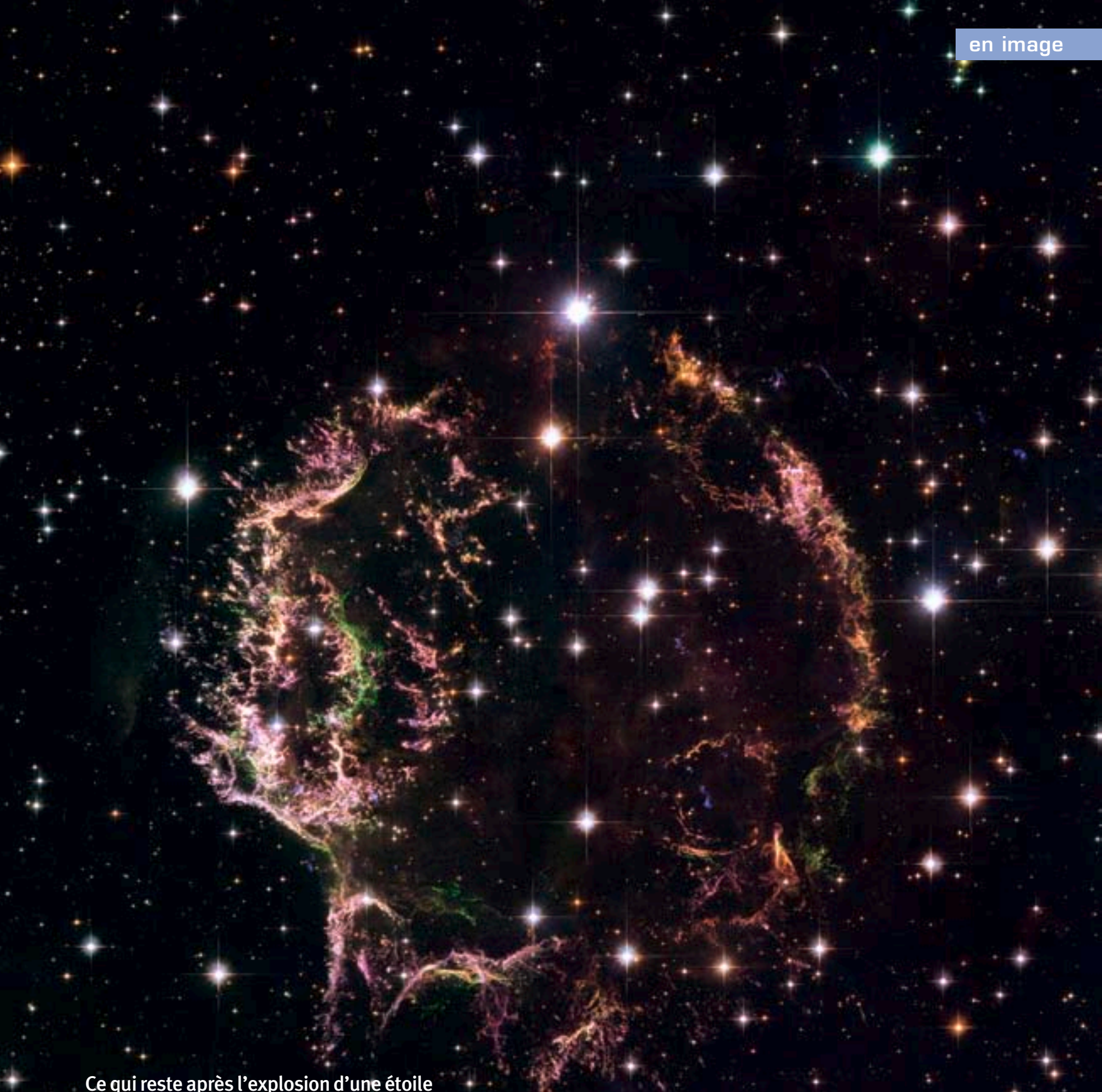
### Soudure

Les lasers que l'on l'utilise par exemple dans l'industrie automobile concentrent une grande quantité d'énergie et permettent de souder proprement différents matériaux. Des lentilles optiques concentrent la lumière sur une focale où cette dernière chauffe les matériaux synthétiques et les métaux au-delà de leur point de fusion.

Mais si la lumière laser rouge ou infrarouge réussit à traverser la boîte crânienne des souris, la peau et les os du crâne humain sont beaucoup trop épais pour qu'une application clinique chez l'homme soit possible aujourd'hui. En revanche, une nouvelle forme de traitement pour les patients atteints d'arthrite rhumatoïde devrait être envisageable. Cette maladie auto-immune provoque des inflammations des articulations, notamment au niveau de la couche interne de la capsule articulaire. Comme dans un cancer, la maladie entraîne une croissance du tissu de la capsule qui détruit l'articulation.

Dans la plupart des cas, des médicaments anti-inflammatoires permettent de contrôler les symptômes. Mais 30 pour cent des patients sont résistants à ce type de traitement. Chez eux, les médecins sont contraints de procéder à une ablation des





## Ce qui reste après l'explosion d'une étoile

Il y a quelque 330 ans, une étoile située à 11 000 années-lumière et ayant une masse vingt fois supérieure à celle du Soleil a explosé pour donner naissance à une supernova. Sur l'image, on voit Cas A, ce qui reste de l'explosion. Les matériaux éjectés se sont étendus dans l'espace sur une distance d'environ dix années-lumière. Grâce à un

télescope comme Hubble, on peut observer des structures gazeuses extrêmement chaudes qui se sont formées dans Cas A. On découvre aussi des particules de poussière et des molécules.

Les supernovae sont des événements très violents qui génèrent en une seule fois une énergie comparable à celle qui sera produite par le

Soleil tout au long de sa vie. Elles jouent un rôle décisif dans le cycle de vie des étoiles de notre univers. On suppose en effet que les premières étoiles avaient une masse très importante et qu'elles ont explosé en supernovae. Le gaz interstellaire s'est ainsi enrichi d'éléments lourds comme le silicium et le soufre, ce qui est

indispensable pour la formation des planètes et l'apparition de la vie. Ce n'est qu'ainsi que d'autres générations d'étoiles ont pu voir le jour.

**Isabelle Cherchneff-Parrinello** ■

Isabelle Cherchneff-Parrinello est astrophysicienne à l'Université de Bâle et a été distinguée par le prix Marie Heim-Vögtlin (MHV) 2010.

Photo : Nasa/Esa/Hubble Collaboration

# Un inventeur suisse à la Nasa

PAR SIMON KOECHLIN  
PHOTOS ANNETTE BOUTELLIER

**Thomas Zurbuchen est parti aux USA, alors qu'il était jeune chercheur. Aujourd'hui, il construit des instruments pour des missions spatiales de la Nasa et s'efforce, dans l'une des plus grandes universités du pays, de concrétiser les idées des chercheurs.**

**T**homas Zurbuchen est pour quelques mois en Suisse. C'est la première fois depuis quatorze ans. Pour son congé sabbatique, le professeur en sciences spatiales et technique astronautique de l'Université du Michigan a choisi l'Institut international des sciences spatiales (ISSI) à Berne. Et bien qu'il soit Bernois, la nostalgie des origines n'a que partiellement influencé sa décision. Le discret ISSI accueille en effet la crème de la crème de la recherche spatiale. A l'image d'Ed Stone, figure légendaire de l'astronautique, croisé dans le petit bureau bernois de Thomas Zurbuchen. Ed Stone a été pendant dix ans directeur du Jet Propulsion Laboratory à Pasadena en Californie et directeur de recherche des deux célèbres missions spatiales Voyager.

Lorsque les sondes Voyager 1 et 2 ont commencé, à la fin de l'été 1977, leur voyage jusqu'aux limites du système solaire, Thomas Zurbuchen fréquentait encore l'école primaire, dans le petit village rural de Heiligenschwendi au-dessus du lac de Thoune. Si les sondes étaient construites aujourd'hui, il serait certainement de la partie. Avec son équipe de recherche regroupant quelque trente personnes, le scientifique de 41 ans développe et met au point des instruments d'exploration spatiale pour la Nasa. Son domaine de prédilection est le Soleil. «Ce qui m'intéresse notamment, c'est la manière dont le Soleil influence les

planètes et l'espace», relève-t-il, dans un dialecte bernois un peu marqué par ses nombreuses années passées aux Etats-Unis. Le chercheur se penche notamment sur le vent solaire, ces particules chargées qui s'échappent en énormes quantités de la haute atmosphère du Soleil. Ce flux de particules éjectées dans l'espace peut atteindre une vitesse allant jusqu'à 900 kilomètres par seconde.

## Les secrets du vent solaire

Le vent solaire n'atteint en général pas la Terre. Le champ magnétique terrestre agit en effet comme un bouclier qui nous protège du flux de particules. «Mais le Soleil ne cesse de se modifier», note le chercheur. Et lorsqu'il est particulièrement actif, le vent solaire est parfois si violent que des particules peuvent pénétrer dans les hautes couches de l'atmosphère. Elles y provoquent alors des aurores polaires ou perturbent les communications par ondes radios, particulièrement celles transmises par satellites. Les processus à l'origine du vent solaire sont toutefois encore mal connus. Thomas Zurbuchen cherche à percer ce mystère grâce notamment à des instruments qui mesurent les particules les plus lourdes. Ces instruments doivent être extrêmement précis car le vent solaire est pour l'essentiel composé de particules légères comme des protons, des électrons et des noyaux d'hélium. Sur la base du nombre et de la qualité des particules

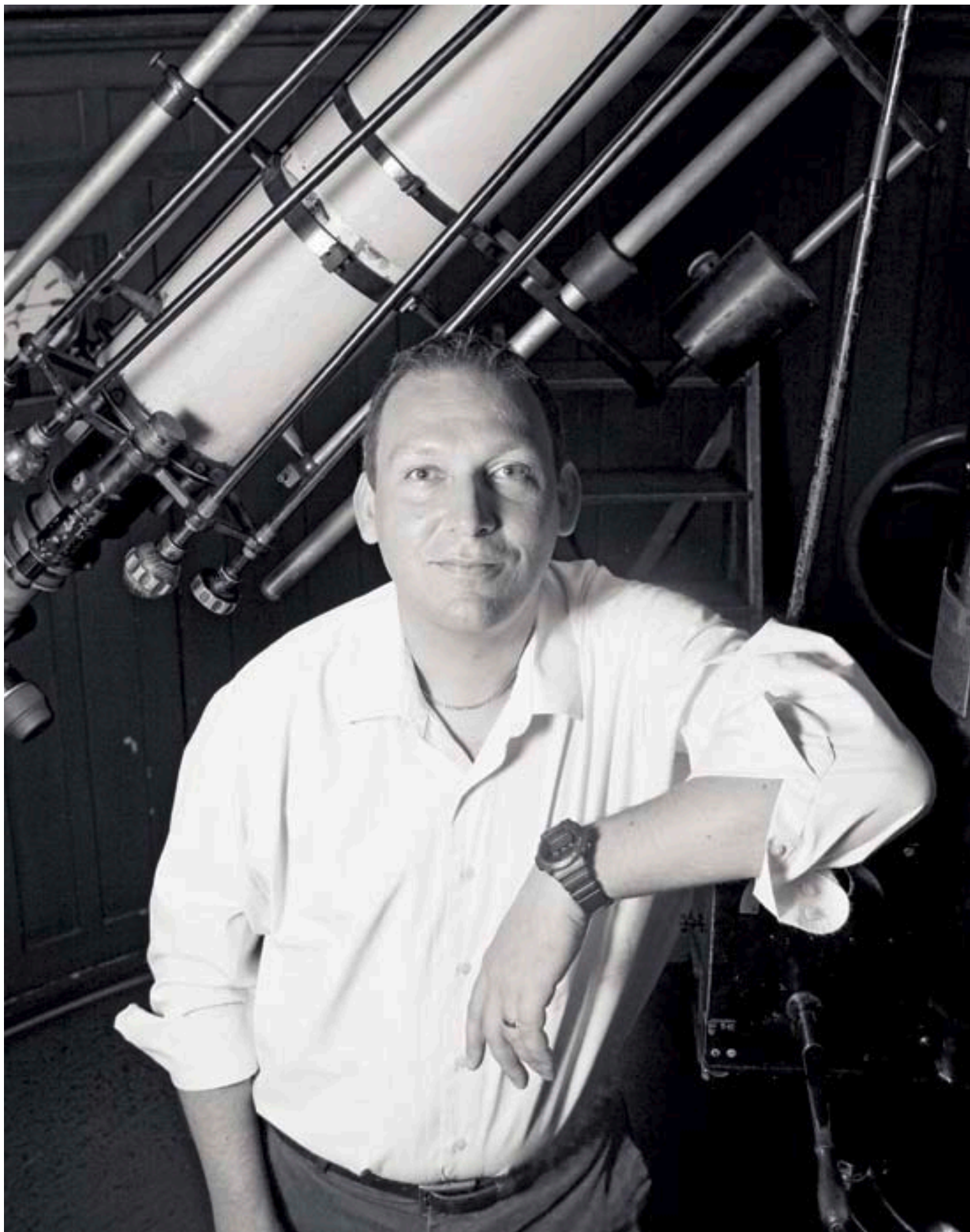
lourdes, oxygène, magnésium ou fer par exemple, les chercheurs peuvent engranger de nombreuses connaissances sur la composition du Soleil et les processus qui s'y déroulent. «Si nous connaissons la proportion, la température et la vitesse des particules, nous pouvons évaluer précisément l'endroit du Soleil d'où provient le flux de particules», explique le scientifique.

Le groupe de Thomas Zurbuchen a construit jusqu'ici pas moins de sept instruments différents pour des satellites de la Nasa ou de l'Esa, son organisation sœur en Europe. L'un est en route pour Mercure à bord de la sonde Messenger. Celle-ci sera mise en orbite mercurienne l'année prochaine. «Cela sera excitant», se réjouit l'astrophysicien. Mercure étant la planète la plus proche du Soleil, le vent solaire est y particulièrement fort. Mercure possède par ailleurs un champ magnétique beaucoup plus faible que celui de la Terre et n'a pas d'atmosphère. Les chercheurs peuvent donc y étudier ce qui se passe lorsqu'une planète n'est que faiblement protégée contre les particules provenant de l'espace. «Sur Mercure, le vent solaire atteint en partie la planète et recouvre de poussières des surfaces rocheuses», précise-t-il. Ses instruments y mesureront les particules soulevées ainsi que le vent solaire.

## Une pause-café décisive

Une pause-café à l'Université de Berne a joué un rôle central dans le départ de Thomas Zurbuchen pour les Etats-Unis. Il venait d'obtenir son titre de docteur, de décrocher une bourse du Fonds national suisse (FNS) et cherchait un job. A la cantine, il est tombé sur Johannes Geiss, le père de la recherche spatiale en Suisse, ►





qui discutait avec l'astronome américain Lennard Fisk, professeur à l'Université du Michigan et responsable à cette époque du programme scientifique de la Nasa. «Comme je voulais étoffer mes connaissances, j'ai demandé si je pouvais participer à la discussion, raconte-t-il. Trois heures plus tard, j'avais un job.» Pour lui, la bourse du FNS a été «la clé du succès» car elle a permis de financer l'une des deux années passées auprès du professeur Fisk dans le Michigan. En signe de gratitude, Thomas Zurbuchen aimerait maintenant rembourser une partie de la somme au FNS. Le montant devrait être alloué à un fonds permettant de soutenir de jeunes chercheurs. «Afin que d'autres jeunes aient les mêmes chances que moi à l'époque», argue-t-il.

### Une première année difficile

La première année aux USA a été difficile, se souvient-il. Le chercheur a dû apprendre à mettre sur pied des projets de manière autonome. Mais malgré les difficultés, il a rarement douté de son succès. Cette confiance en soi est aussi la raison principale qui l'a conduit aux Etats-Unis. Dans ce pays, la part des moyens pour la recherche distribués selon le principe de la libre concurrence est plus importante qu'en Suisse. «C'est certes plus dur, mais si l'on est bon, on a plus de chances de décrocher de l'argent», relègue-t-il. Et Thomas Zurbuchen était bon. Il est resté dans le Michigan et a remporté après quelques années l'un des très convoités et très lucratifs prix du président américain pour les jeunes chercheurs. «Comme premier Suisse et seul astrophysicien cette année-là», précise-t-il avec fierté. La distinction lui a été remise à la Maison-Blanche par le ministre de la recherche. Un souvenir marquant.

L'astrophysicien n'a toutefois pas seulement la tête dans les étoiles, il a aussi les pieds sur terre. Il s'intéresse à l'impact et aux applications pratiques de la recherche. C'est d'ailleurs une obligation pour lui. A l'Université du Michigan qui compte 40 000 étudiants et est l'une des plus importantes pour la recherche aux USA, il est en effet responsable d'une grande partie du transfert de connaissances et de

## «Démocratie et recherche de pointe sont des valeurs antinomiques.»

technologies, de la physique quantique à la technique médicale.

Il est convaincu que le savoir engrangé dans les universités est utile au monde et il estime que les chercheurs ne doivent pas travailler dans une tour d'ivoire. Le pas qui mène de l'invention au produit est pour lui extraordinairement passionnant. Il agit aussi comme coordinateur et intervient avant qu'un brevet soit déposé ou que la construction d'un appareil soit achevée. Souvent il s'agit d'abord de développer, avec des chercheurs, des étudiants et des firmes, des idées pour trouver des applications concrètes à des découvertes.

Thomas Zurbuchen coordonne également de tels projets depuis la Suisse. Mais il utilise surtout son semestre bernois pour s'interroger sur son travail et lui donner de nouvelles impulsions. Et il est bien sûr heureux de pouvoir rencontrer des amis et des parents. Débarrassé des nombreuses tâches administratives assumées à l'uni-

versité, il a enfin de nouveau trouvé du temps pour faire du ski. Un loisir aussi apprécié par sa femme ainsi que par ses deux enfants qui ont par ailleurs rapidement appris le suisse-allemand.

Et que pense ce Suisse de l'étranger du système de recherche helvétique? Selon lui, le soutien financier de plus longue durée qu'aux USA est un gage de sécurité. Dans ces conditions, on peut arriver à des résultats totalement inattendus. Mais il y a aussi le risque que les gens «s'endorment». Il est donc important de fixer des standards clairs et de financer les meilleurs. Sinon, l'argent sera gaspillé. A ses yeux, démocratie et recherche de pointe sont des valeurs antinomiques.

### Un retour en Suisse?

Thomas Zurbuchen n'exclut pas de revenir en Suisse, si un poste intéressant se présente. Et il a une idée précise de ce à quoi il devrait ressembler. Il n'est en effet pas seulement intéressé par la recherche spatiale théorique mais aussi par la construction d'instruments concrets. Il sait toutefois que la Suisse n'offre pas un énorme choix dans ce secteur. Elle n'est simplement pas un pays de tous les possibles. ■





Les biologistes Werner Suter et Annette Stähli (deuxième et première depuis la gauche) étudient l'écosystème de la savane tanzanienne. Photos : Werner Suter



# L'herbe, entre feu et gnous

Qu'est-ce qui influence le plus la savane côtière de Tanzanie : le feu ou les animaux sauvages ? La réponse est dans l'herbe, affirment les biologistes Werner Suter et Annette Stähli de l'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage.

« **R**egarder le soleil se coucher sur la savane ou croiser furtivement le regard bleu d'un léopard, c'est le genre d'expérience qui vous fait oublier pas mal de moments fatigants. Le parc national de Saadani, notre lieu de recherche en Tanzanie, se trouve au niveau de la mer. Le climat est humide avec des températures atteignant souvent 40 degrés.

Ici, la savane est dominée par une plante herbacée peu nourrissante qui peut atteindre deux mètres de haut. Les surfaces où l'on cultivait le sisal autrefois abritent aussi ce que l'on appelle des grazing lawns, des sites où poussent des plantes herbacées très nourrissantes et où paissent des gnous et des cobes à croissant.

Les savanes sèches comme le Serengeti ont été bien étudiées et l'on sait que leur végétation est déterminée par des herbivores comme les gnous qui les arpentent en troupeaux gigantesques. Nos résultats indiquent que dans les savanes humides à hautes herbes qui s'étirent aussi sur de vastes portions d'Afrique de l'Ouest, ce ne sont pas les animaux, mais le feu qui joue un rôle déterminant.

Chaque année, de vastes zones du parc sont incendiées, illégalement par des braconniers mais aussi officiellement par le Parc national. Cela permet de mieux voir les animaux, de faire repousser l'herbe nourrissante et de freiner l'embroussaillage. Le feu est allumé de façon

plutôt arbitraire. Les flammes ont même menacé un lodge voisin. A court terme, les incendies ont des effets positifs. Mais à long terme, ils appauvrissent le sol. Les responsables du parc devraient en tenir compte.

Nous passons chaque année plusieurs semaines à plusieurs mois en Tanzanie. La recherche se concentre sur les périodes sèches car pendant la saison des pluies, les routes se transforment en marécages. Il nous arrive malgré tout de rester embourbés. Grâce au réseau de téléphone mobile actuel, les secours arrivent toutefois bien plus vite qu'il y a quelques années. Nous croisons parfois des lions, mais nous nous méfions surtout des imprévisibles buffles noirs. Alors qu'il travaillait dans les hautes herbes, l'un d'entre nous s'est approché d'un troupeau sans s'en rendre compte. Heureusement, les bêtes ont eu aussi peur que lui et se sont enfuies.

Nous avons de bons contacts avec les responsables du parc et nous associons aussi au projet les étudiants d'une université tanzanienne. Les gardes-chasses nous apprennent une foule de choses et sont très serviables. Nous logeons dans des locaux modestes de l'administration du parc. Comme la population du village, nous puisons notre eau potable dans des trous profonds de plusieurs mètres creusés dans le lit d'un fleuve asséché. Même filtrée, elle a un léger goût de sel et de terre. On n'a de l'électricité que le matin et le soir. Le magasin le plus proche est à un jour de voyage. Il n'y a donc des fruits et des légumes frais que toutes les trois semaines. Mais notre cuisinier, un employé local, est aussi capable de nous mitonner des repas variés à base de riz, de lentilles et de haricots. » ■

Propos recueillis par Helen Jaisli





# Quand le maïs rate le bon moment

**Au Kenya, la rareté du phosphore diminue les rendements agricoles. Des microorganismes dans le sol pourraient-ils parer à ce manque en absorbant le phosphore pour ensuite en nourrir les plantes ?**

PAR ORI SCHIPPER

**L**es plants de maïs aux feuilles violacées par le manque de phosphore arrivent à peine à hauteur du nombril et n'ont qu'un faible rendement. Dans le sous-sol de l'Institut d'agronomie de l'EPFZ, Knut Ehlers hoche la tête : « Les conditions dans les campagnes kenyanes sont inouïes. » A l'ouest du pays où il a mené des recherches pour sa thèse durant trois mois, l'habitat s'est densifié ces dernières années. Il n'y a donc presque plus de terres en jachère et le sol n'a plus le temps de se reposer, explique Else Bünemann, cheffe de l'équipe de recherche. Les paysans ne prévoient pas de rotation des cultures. Ils ne plantent que du maïs et cela accentue le manque de fertilité de cette terre rougeâtre et glaiseuse.

## **Sous la forêt tropicale, des sols lessivés**

Appelé « ferralsol » dans le jargon spécialisé, ce sol contient beaucoup d'aluminium et de fer ayant subi une météorisation chimique. Il est très répandu dans les régions tropicales et ne cause pas seulement du souci aux agriculteurs kenyans. Partout où la forêt tropicale a dû céder du terrain à l'exploitation agricole, les paysans sont confrontés à de nouvelles difficultés. En effet, bien qu'on ne

trouve nulle part ailleurs une biomasse au mètre carré aussi importante que dans la forêt tropicale, les sols y sont lessivés et ne contiennent presque aucune substance nutritive facilement accessible. Ce que libèrent les feuilles tombées ou les végétaux en décomposition, la forêt le reprend aussitôt. Et si quelque chose parvient dans le sol, alors les pluies fréquentes l'éliminent la plupart du temps.

Les oxydes de fer et d'aluminium restent en revanche présents. Ce sont eux qui donnent au sol sa coloration rougeâtre caractéristique et qui sont aussi responsables de la teinte violacée des feuilles de maïs dans les champs de l'ouest du Kenya. Ils fixent le phosphore, la substance nutritive principale des plantes, et le retiennent. Malgré la relativement haute teneur en phosphore du sol, ces dernières ne peuvent donc en extraire qu'une quantité insuffisante.

Le ferralsol semble être un casse-tête pour les plantes puisque les oxydes de fer et d'aluminium fixent même le phosphore ajouté par fertilisation. Les chercheurs se sont demandés ce qu'il en était des nombreuses bactéries et champignons qui vivent dans le sol : souffrent-ils aussi du manque de phosphore ou parviennent-ils à mieux l'extirper que les plantes ? ►



Dans l'espoir de trouver une réponse, les scientifiques remplissent différents pots de terre kenyane et leur donnent soit de l'eau, soit plusieurs sortes d'engrais. « Nous mesurons comment le sol respire », précise Knut Ehlers. Si la quantité de gaz carbonique qui s'échappe du sol augmente, cela signifie que les microorganismes se multiplient plus rapidement et que leur métabolisme est plus actif.

Lorsque les pots sont arrosés, les bactéries et les champignons dans le sol restent au repos ; leur respiration est à peine perceptible. Les observations sont identiques lorsque l'on ajoute uniquement de l'engrais phosphoré. Avec de l'engrais contenant du carbone et de l'azote, le monde vivant souterrain sort en revanche de sa léthargie et active en peu de jours son métabolisme. Selon Else Bünemann, l'expérience des pots montre que la multiplication des microorganismes dépend avant tout de l'apport en carbone et en azote. S'ils disposent de ces deux éléments, les microorganismes se procurent le phosphore nécessaire sans que celui-ci ait été ajouté sous forme d'engrais.

### Les champignons sont-ils une solution?

« Nous avons ensuite voulu savoir si les plantes profitaient du phosphore que les nombreux microorganismes du sol pouvaient visiblement amasser autour d'eux », note le doctorant. Car si ces êtres vivants invisibles pouvaient libérer au bon moment cette substance nutritive pour les plantes, les agriculteurs n'auraient plus de souci à se faire.

« Dans une poignée de terre, il y a davantage de microorganismes que d'êtres humains sur la planète », affirme le chercheur. Sous terre, ce sont non seulement les bactéries et les champignons qui fourmillent, mais aussi des organismes unicellulaires et des nématodes qui se nourrissent tous de bactéries. En principe, le rapport entre carbone et phosphore ne se modifie pas dans les différents organismes. Les organismes unicellulaires et les nématodes rejettent cependant une partie du carbone absorbé sous forme de gaz carbonique et ils amassent donc un surplus de phosphore grâce à leur régime composé de bactéries. Ils doivent ensuite s'en débarrasser afin de conserver un équilibre entre les différents éléments.

Les scientifiques comptaient sur le rejet de cet excédent pour alimenter les plantes. Ils ont toutefois découvert que le phosphore emmagasiné dans les microorganismes retournait dans le sol d'une façon complètement différente. « Lorsque la terre bien desséchée est arrosée, beaucoup de microorganismes éclatent dans le pot à cause du choc osmotique », sou-



ligne Knut Ehlers. C'est pourquoi les chercheurs supposent que, dans les campagnes kenyanes, les bactéries et les champignons présents dans le sol éclatent également, lorsque la pluie se remet à tomber après plusieurs mois de sécheresse.

Comme deux saisons sèches et deux saisons des pluies se succèdent chaque année au Kenya, les bactéries éclatent régulièrement deux fois par année, provoquant un surplus de phosphore dans le sol. Mais à chaque fois cet excédent ne dure que vingt-quatre heures environ. Ensuite, le phosphore libéré adhère à nouveau aux oxydes de fer et d'aluminium. On ne peut alors plus le déceler dans un échantillon de terre et les plantes ne peuvent plus en tirer profit.

### Du phosphore, mais trop tôt

La brièveté de ce laps de temps est un problème. En effet, au début de la saison des pluies, les plantes viennent d'être semées. Elles se trouvent encore à un stade embryonnaire et ne disposent pas d'un vaste réseau de racines. « Le maïs rate ainsi l'occasion de profiter de ce moment essentiel pendant lequel le phosphore est présent en excès », fait valoir l'agronome. C'est pourquoi les résultats de sa recherche sur la dynamique du phosphore dans les microorganismes du sol ne peuvent malheureusement guère être exploités concrètement. Il n'est en effet pas possible dans ces conditions de faire des recommandations simples aux agriculteurs kenyans. « Sauver le monde n'est pas si facile », conclut-il. ■

**Le manque de phosphore** provoque une coloration des feuilles des jeunes plants de maïs qui prennent une teinte lilas (ci-dessus). Les plants (à gauche) ayant bénéficié d'apports en engrais sont en revanche intacts. Photos : Knut Ehlers

# Des morts qui parlent

Les momies n'ont pas qu'un intérêt historique. Elles permettent également d'éclairer l'évolution des maladies infectieuses chez l'homme.

PAR VIVIANNE OTTO

**L**e diagnostic arrive bien tard : quelque 3500 ans après sa mort, des analyses radiologiques et ADN montrent que Toutankhamon souffrait de paludisme ainsi que d'une maladie osseuse. Un résultat que confirment les offrandes funéraires qui l'accompagnaient : des cannes et des médicaments pour la vie après la mort. Mais la malaria n'était pas la seule maladie largement répandue dans l'Égypte antique, c'était aussi le cas de la tuberculose. Le bacille de Koch a en effet été mis en évidence chez plus de vingt pour cent des momies découvertes à Abydos et à l'ouest de Thèbes. Grâce aux procédés modernes de diagnostic, il est possible de connaître les affections de personnes décédées depuis longtemps. Des comparaisons entre momies de périodes et régions du monde différentes éclairent l'évolution et la propagation des maladies.

Pour la recherche médicale, les momies ne sont pas seulement les corps savamment embaumés des pharaons ou des Incas de l'Amérique précolombienne. Il s'agit de n'importe quel cadavre des temps passés dont les parties molles ont été conservées en plus du squelette. Ce qui peut se produire dans des conditions naturelles exceptionnelles, à l'intérieur d'un glacier, dans le sable brûlant du désert ou au fond d'un marais. L'examen médical des momies est effectué avec les mêmes méthodes que pour les patients vivants : rayons X, scanographie, endoscopie ou examen au microscope d'échantillons de tissu.

Les analyses génétiques sont particulièrement instructives. Elles permettent de mettre en évidence les liens de parenté entre différentes momies, mais aussi d'identifier des agents pathogènes sur la base de séquences d'ADN caractéristiques. « Il est plus difficile de mener des analyses génétiques sur des momies que sur des patients vivants, souligne Frank Rühli, médecin et chercheur à l'Institut d'anatomie de l'Université de Zurich. Car au fil



du temps, l'ADN d'un organisme mort se dégrade en fragments plus courts. L'identification correcte de fragments génétiques datant de l'Antiquité nécessite des techniques poussées et un très grand soin. »

Par comparaison, l'ADN du bacille de Koch est relativement facile à identifier. Il est particulièrement stable en raison de sa structure et est de plus protégé par d'épaisses membranes cellulaires adipeuses. On a retrouvé des bacilles de la tuberculose sur des dépouilles datant de l'Égypte ancienne et de la Rome antique, mais aussi sur des momies de l'ère précolombienne, au Chili et au Pérou. Ce résultat a permis de contredire la théorie selon laquelle la tuberculose aurait été importée dans le Nouveau Monde par les conquérants européens.

## Mieux comprendre les épidémies modernes

Au-delà de la simple détection de l'agent pathogène, la recherche moderne vise aussi le décodage du génome de la bactérie antique de la tuberculose. Des comparaisons avec les génomes de générations de bactéries plus tardives permettront ensuite de montrer comment l'agent pathogène a évolué au cours des siècles. « Ce genre d'information peut permettre à la médecine moderne de reconstituer l'évolution des agents pathogènes et leurs interactions avec l'homme sur de longues périodes, note le chercheur zurichois. Et nous aider à mieux comprendre les épidémies modernes et à développer des stratégies thérapeutiques adéquates. » ■

L'exposition « Swiss Mummy Project » est à voir dès le 18 octobre 2010 au Lichthof de l'Université de Zurich (Irchel).

**Une momie péruvienne** examinée au moyen de la tomographie par résonance magnétique. Photo de presse Siemens



## Un vaccin contre toutes les gripes

Disposera-t-on bientôt d'un vaccin permettant de lutter d'un seul coup contre tous les types de grippe, que celle-ci soit saisonnière, porcine (le fameux  $H_1N_1$ ) ou aviaire ( $H_5N_1$ )? Antonio Lanzavecchia et son équipe de l'Institut de recherches en biomédecine de Bellinzona pensent être sur la bonne voie. Habituellement, lors d'une infection par l'un des sous-types de grippe, classés de  $H_1$  à  $H_{16}$  (le H qualifiant une des deux molécules de surface du microbe), l'organisme atteint réagit en produisant des anticorps agissant uniquement contre cet intrus.

« Or deux études récentes ont montré que certaines personnes, à qui ont été injectés des vaccins contenant des bribes des virus  $H_1$  et  $H_3$  (ceux de la grippe saisonnière), dévelop-

paient aussi une réponse immunitaire contre d'autres sous-types, tel le  $H_5$  », explique Antonio Lanzavecchia.

Pour mieux étudier les cellules immunitaires à l'origine de cette parade multiple, les chercheurs ont inventé une méthode qui permet que ces cellules se clonent indéfiniment. « Nous avons alors découvert que les anticorps qu'elles produisent s'attaquent en fait à certaines parties conservées dans tous les sous-types de virus, mais qui sont cachées. » Certes, relève l'immunologue, ces anticorps sont moins puissants que ceux qui ciblent spécifiquement chaque virus. « Mais il n'est plus impensable de développer un vaccin qui ciblerait ces parties conservées, et serait donc à large spectre! »

Olivier Dessibourg



Shift Foto/Corbis/Specter

L'origine ethnique et le sexe déterminent la manière dont la graisse s'accumule dans le corps

## Des amas de graisse d'origine ethnique

La graisse ne s'accumule pas aux mêmes endroits chez tout le monde. Chez les femmes en surpoids, elle s'amasse sur les hanches et les cuisses, sous la surface de la peau, leur donnant ainsi une silhouette en forme de poire. Chez les hommes en revanche, elle s'accumule sur l'abdomen et les organes internes, les faisant plutôt ressembler à des pommes. Cet excès de graisse autour des organes est particulièrement dangereux pour la santé.

La chercheuse romande Kim-Anne Lê et ses collègues de l'Université de Southern California à Los Angeles ont maintenant découvert qu'à ces différences entre les sexes s'ajoutaient des différences liées à l'origine ethnique. Chez les noirs, hommes et femmes, souffrant d'un excès de poids, la graisse se dépose plus souvent sous la surface de la peau, ce qui est moins dangereux. Chez les hispaniques en revanche, également chez les femmes et les jeunes, elle s'accumule davantage autour des organes internes. Ce qui explique pourquoi ils ont nettement plus de risques d'être atteints de diabète et de maladies hépatiques. La scientifique estime en conséquence que les recommandations générales pour les gens en surpoids – faire davantage de sport et consommer moins de boissons sucrées – sont particulièrement importantes pour les hispaniques. Les facteurs génétiques et environnementaux à l'origine de ces différences ethniques ne sont pas encore vraiment connus. C'est ce que les chercheurs souhaitent maintenant explorer.

Fabio Bergamin

Amir Ezer



Les chances de survie de ces oisillons dépendent de la coloration de leur plumage.

## Des plumages colorés gages de survie

Un conflit évolutif se reflète dans le plumage de la chouette effraie. Les chances de survie des oisillons un an après l'éclosion dépendent en effet fortement de la manière dont les pointes des plumes couvrant leur poitrail sont colorées. C'est ce qu'ont pu démontrer Alexandre Roulin et son équipe de recherche de l'Université de Lausanne. Pendant douze ans, les chercheurs ont étudié 640 nichées de chouettes effraies dans la région de Payerne. Ils ont ainsi pu constater que les jeunes mâles avec de petites taches sombres sur le poitrail avaient davantage de chances de survivre que leurs congé-

nères avec des taches plus grosses. Chez les jeunes femelles, c'est l'inverse qui a été observé. Celles qui avaient de plus grosses taches sombres ont mieux tiré leur épingle du jeu que celles dont le plumage était clair. Parmi ces dernières, certaines ont toutefois aussi survécu et ont plutôt engendré une progéniture au plumage clair. Curieusement, il s'agissait surtout de mâles, alors que les deux sexes auraient en principe dû être représentés de manière égale. Pour le moment, on ne peut que spéculer sur les raisons d'une telle différence, estime Alexandre Roulin. ori

# Bataille autour d'un héritage

**Les musées occidentaux abritent d'innombrables biens culturels et dépouilles de populations autochtones colonisées. Ces dernières exigent qu'on les leur restitue. Le droit s'en mêle.**

PAR URS HAFNER

**L**e Musée des Premières Nations d'Amérique du Nord (NONAM) à Zurich possède une tunique dite de la danse des esprits. Ce vêtement était utilisé au XIX<sup>e</sup> siècle par des Indiens nord-américains au cours d'une danse rituelle. Il était censé leur permettre de se défendre contre les agressions des colons et des soldats blancs. Le rituel n'a pas fonctionné. En 1890, l'armée américaine s'est sentie provoquée par les danseurs et a massacré 180 Indiens Lakota près de Wounded Knee.

Le NONAM, qui s'appelait jusqu'à récemment Musée des Indiens, n'expose pas la tunique de la danse des esprits – par respect face au sort qu'ont connu ceux à qui elle appartenait, explique Denise Daenzer, directrice du musée. Cette ethnologue affirme qu'elle restituerait aussitôt la tunique à un indigène qui viendrait la réclamer, « pour autant qu'il soit en mesure de prouver qu'un lien étroit l'unit à cette pièce ». Mais ce genre d'affaire est souvent compliqué. Récemment, un Italien qui se faisait passer pour un Indien a fait valoir des prétentions sur cette tunique. « Nous avons aussitôt procédé à des vérifications, raconte Denise Daenzer, mais il s'est avéré qu'il s'agissait d'un charlatan qui voulait juste faire des affaires. »

Dans la relation entre l'Occident et les peuples autochtones, les choses ont beaucoup changé au cours des deux derniers siècles. Au XIX<sup>e</sup> et au début du XX<sup>e</sup> siècle, les nations colonialistes estimaient encore que le monde entier leur appartenait. Le Congrès de Vienne de 1815 reconnaissait aux Africains les mêmes droits qu'aux animaux, c'est-à-dire aucun. Les Européens pratiquaient l'expansion, s'emparaient des trésors qui leur tombaient entre les mains et les ramenaient chez eux. Ce qui n'avait pas de valeur matérielle devait au moins témoigner de





l'existence d'une race inférieure en voie d'extinction. C'est pourquoi des milliers de pièces d'origine extra-européenne figurent aujourd'hui dans les musées occidentaux d'ethnologie.

Mais les Pygmées, les Aborigènes, les Indiens d'Amérique du Nord et du Sud, les Maoris, les Mapuches, les Mayas et bien d'autres peuples et tribus autochtones ne se sont pas éteints. Au contraire, depuis le début du XXe siècle, leurs représentants mènent un combat engagé aux côtés des organisations de défense des droits de l'homme pour que l'Occident leur restitue leur héritage culturel. Un premier jalon sur la voie de cette émancipation a été donné lorsque l'ONU a réussi à imposer le terme – certes contradictoire et contestable – de peuple autochtone. D'un point de vue juridique, il s'agit d'un «statut spécial hybride», explique la juriste Karolina Kuprecht: les autochtones ne sont ni un individu protégé par les droits de l'homme, ni un Etat autorisé à entretenir des relations avec d'autres Etats. Dans le droit international, les peuples autochtones ont hérité d'un statut propre, auquel sont associés de nouveaux droits à la protection.

Pour sa thèse de doctorat, Karolina Kuprecht se penche sur la «restitution» et le commerce de biens culturels matériels et immatériels de peuples indigènes. Un travail qu'elle mène aussi dans le cadre d'un projet de recherche à l'Université de Lucerne, soutenu par le Fonds national suisse et dirigé par le professeur de droit Christoph Beat Graber. La chercheuse cite deux autres étapes dans le processus d'émancipation des peuples autochtones: en 1993, plus de 150 délégués venus de quatorze pays ont exigé avec la Déclaration de Mataatua que les musées restituent les dépouilles et les offrandes funéraires. Et en 2007, l'Assemblée générale de l'ONU a adopté une Déclaration sur les droits des peuples autochtones qui leur donne pour la première fois une légitimité internationale. Cette déclaration – qui formellement n'a pas force contraignante – dote les autochtones d'un droit exprès à la restitution des dépouilles humaines et donc à leur «rapatriement». Pour les objets cérémoniels, la déclaration recommande d'accorder un libre accès et si nécessaire de procéder à la restitution.

Compte tenu de cette Déclaration adoptée par l'ONU et des développements internationaux, les législateurs devraient agir à l'échelle nationale, estime la doctorante. En Suisse, cela pourrait passer

par l'adaptation de la loi sur le transfert des biens culturels de 2005 qui a vu le jour grâce à la Convention de l'Unesco pour la protection des biens culturels de 1970. L'Association internationale des musées a certes émis des directives éthiques pour une gestion empreinte de respect des objets issus de cultures étrangères. Ces directives prévoient aussi l'entrée en matière sur les demandes d'autochtones. Mais elles ne sont ni claires ni contraignantes en ce

qui concerne la restitution. En Suisse, selon Karolina Kuprecht, les autochtones n'auraient aucune chance de récupérer leur héritage culturel. «Au bout de trente ans, toute prétention est prescrite, et la protection de la propriété est même ancrée dans la Constitution fédérale», explique-t-elle. Même si les musées décidaient de restituer des biens, ils devraient affronter des obstacles juridiques ou politiques.

La restitution n'est toutefois pas complètement irréalisable. La juriste cite l'exemple des Etats-Unis, qui ont adopté en 1990 une loi contraignant les musées au bénéfice de subventions fédérales de faire des concessions aux indigènes et d'ouvrir leurs collections. L'Etat a cherché de nouvelles voies pour faire preuve d'équité par rapport aux prétentions et aux différences culturelles entre Blancs et autochtones.

«Lorsque trois tribus indiennes ont affirmé que des boucliers d'ancêtres détenus par un musée leur appartenaient, l'institution les a remis à la tribu qui, entre autres, avait raconté de la manière la plus convaincante et la plus plausible quelle signification ces boucliers avaient eu pour leurs ancêtres.»

### Ni sensé ni praticable

Pour Denise Daenzer, ouvrir la collection du NONAM ne serait ni sensé ni praticable. «Dans le domaine de la culture indienne, il y a tellement de gourous autoproclamés et d'affairistes que nous serions bien en mal de vérifier leurs prétentions.» En plus de la tunique de danse des esprits, la directrice cite un autre objet qu'elle serait aussitôt prête à restituer: un crâne que le fondateur du musée, Gottfried Hotz, enseignant zurichois du primaire, avait acheté dans le Missouri en 1968 à un Arikara, au prix de 325 francs et 50 centimes. Elle serait même heureuse de ne plus l'avoir. Les musées devraient restituer tout ce qui a été placé dans une tombe. Sur ce point, elle est totalement d'accord avec la Déclaration de l'ONU. Il n'y a qu'un problème: jusqu'ici, personne n'a réclamé ce crâne.

**Un crâne que la directrice serait aussitôt prête à restituer.**

**Ce totem amérindien conservé au Musée de Stockholm se trouve maintenant à nouveau au Canada. Photo: Tony Sandin/etnografiska.se**



**Le génie de l'eau.** Les indigènes espèrent qu'il fera revivre leur culture traditionnelle et qu'il leur apportera la pluie. Photo : Katja Remane

# Fouilles sous 40 degrés

Les perles, céramiques et outils en fer mis au jour au pays Dogon, au Mali, apportent un éclairage nouveau sur l'histoire de l'Afrique de l'Ouest.

PAR KATJA REMANE

« **H**ier, des Peuls étaient là. Ils pensaient qu'on cherchait de l'or », raconte Néma Guindo. L'archéologue dogon fait partie de l'équipe de recherche qui, sous la direction d'Eric Huysecom, professeur d'archéologie à l'Université de Genève, mène des fouilles en pays Dogon. Des chercheurs venus de Suisse, d'Allemagne, de France ainsi que du Bénin et du Mali se relaient pour explorer, sous un soleil ardent, les cinq buttes du site archéologique de Sadia. Les trésors qu'ils remontent à la surface sont des céramiques et des tessons, des meules en pierre, des outils en fer, des perles, des ossements d'animaux et de nombreux morceaux de charbon qui servent à la datation.

Ce nouveau site est situé au pied de la falaise de Bandiagara. La région est habitée par deux ethnies : les Dogons, agriculteurs, et les Peuls, pasteurs. Les fouilles ont débuté en janvier 2010. « On cherchait ce genre de sites stratifiés pour reconstituer l'évolution

culturelle et environnementale de la région. J'ai vu ces buttes de loin, puis les tessons de céramiques en surface, explique le professeur Huysecom qui conduit des recherches au Mali depuis 1979. Nous pensons que le site de Sadia a été occupé depuis le premier millénaire av. J.-C. jusque vers 1500 de notre ère. Ces villages pacifiques et non fortifiés, qui commerçaient probablement avec le Proche-Orient, nous donnent une tout autre image de l'Afrique de l'Ouest. »

Les scientifiques sont aidés par une quarantaine d'ouvriers de la région qui effectuent des sondages de plus de cinq mètres de profondeur avec leurs outils agricoles traditionnels. Les sédiments sont remontés dans des seaux, puis tamisés. Les restes végétaux et les objets archéologiques sont ramenés à la base de Dimmbal, à six kilomètres du site, et inventoriés. Une partie est ensuite analysée en laboratoire en Europe.

## Oasis verdoyante

Construite en 1993, la base des chercheurs ressemble à une oasis verdoyante dans le village de Dimmbal qui n'a ni eau courante ni électricité. « En 2002, nous avons créé l'association Dimmbal.ch qui a financé la construction d'écoles, de puits, d'un hôpital et d'un centre culturel. Celui-ci est doté d'une banque culturelle qui alloue des microcrédits aux villageois lorsqu'ils apportent leurs objets d'art et de culte – souvent transmis de père en fils depuis des générations – pour exposition au centre. Ils récupèrent leurs objets après remboursement du crédit », explique l'ethnoarchéologue et présidente de l'association Anne Mayor.

Les chercheurs sont bien accueillis par les indigènes, pas seulement en raison des possibilités de travail rémunéré qu'ils offrent. « Le centre culturel a freiné la disparition de notre culture. Les recherches vont la faire revivre », constate le chef du village. « Nos croyances traditionnelles ont été supplantées par le christianisme et l'islam, déplore un vieil homme de 90 ans. Au musée, il y a des fétiches que moi, ancien du village, je n'avais jamais vus. » Le maire de Dimmbal qui est aussi technicien de fouille renchérit : « Sans la banque culturelle, tous ces objets seraient partis chez les antiquaires. Mon père a apporté le génie de l'eau au centre culturel. Quand la pluie se fait attendre, la population donne des offrandes au djinn et récite des versets dogons. Aujourd'hui, la perte de confiance fait que les fétiches perdent leur pouvoir. » ■





Le conseiller fédéral Marcel Pilet-Golaz et l'évêque Marius Besson à Fribourg en 1934.

## A l'écoute du patrimoine fribourgeois

Le conseiller fédéral Marcel Pilet-Golaz s'exprimant lors du Tir fédéral à Fribourg en 1934 ou des chants inédits du chœur mixte de La Tour-de-Trême. Il s'agit là de deux exemples de documents parmi les 6000 que compte le fonds « Patrimoine sonore fribourgeois ». Initiée en 2008 sous l'égide de l'association Musica Friburgensis et financée par plusieurs partenaires, la création de ce fonds vise plusieurs objectifs.

D'abord, la recherche, le catalogage et la numérisation des archives sonores provenant aussi bien de la Radio suisse romande que de la Radio alémanique. Des sources en français et en allemand car « il était important de mettre en évidence le caractère bilingue de Fribourg », note Serge Rossier, historien et cheville ouvrière du projet. Ensuite, une

consultation en libre accès. 3900 documents francophones sont déjà consultables dans les bibliothèques cantonales et universitaires de Fribourg, Vaud et Valais, ainsi qu'au centre Mémoires d'Ici à Saint-Imier. Une écoute est aussi possible sur Internet via la base de données Memobase de l'association Memoriav. Quant aux documents en allemand, ils seront traités en 2011. Enfin, ces sources sonores offrent de nouvelles perspectives de recherches tant en histoire qu'en sociologie, en anthropologie ou en musicologie. Elles permettent d'appréhender la réalité cantonale sous de nouvelles facettes. Une réalité à laquelle d'autres cantons veulent aujourd'hui prêter une oreille attentive, puisque Neuchâtel et le Valais vont aussi lancer un programme de sauvegarde de leur patrimoine sonore. **uha**

## Le prix du succès

Pendant des siècles, l'Etat a légitimé la domination des hommes et fait de la violence contre les femmes un tabou. Dès les années septante, le mouvement des femmes s'est mobilisé contre cet état de fait – avec succès. Avec l'entrée en vigueur de la loi fédérale sur l'aide aux victimes (1993) et de la loi cantonale sur la protection contre la violence (2007), les autorités zurichoises se sont engagées à offrir des services de consultation aux victimes de violences domestiques et à intervenir au moyen de mesures policières et juridiques. Gérés à l'origine par des privés, les centres d'accueil pour les femmes battues sont maintenant reconnus et financés par l'Etat.

Ce succès a toutefois un prix, en tout cas pour les centres de consultation, comme le montrent les chercheurs en travail social Peter Sommerfeld et Lea Hollenstein de la Haute école spécialisée du Nord-Ouest de la Suisse. En raison de l'augmentation des cas et des restrictions budgétaires qui touchent les mandats de prestations du canton, ces centres arrivent à peine à assumer leur mission principale : assurer la prise en charge des victimes traumatisées et trouver des solutions à la problématique de la violence. Il est nécessaire de mener un débat sur la qualité des prestations fournies dans le cadre de ce pilotage étatique, estiment les scientifiques. **uha**



Un écrivain amateur d'échecs mais aussi de petits bolides.

## Hermann Burger joue aux échecs

Jusqu'à son suicide en 1989, Hermann Burger était privat-docent à l'EPFZ où il enseignait la littérature allemande moderne. Cet écrivain excentrique – l'un des plus grands virtuoses de la langue parmi les écrivains alémaniques du XXe siècle – réunissait ainsi deux domaines que la modernité sépare : la science et l'art. Mais cette association était teintée d'ambivalence, comme le montre une conférence donnée par Hermann Burger en 1983 à Saint-Gall et aujourd'hui publiée pour la première fois. L'écrivain y explique que le « poeta doctus » est comme un joueur d'échecs qui joue contre lui-même et bouge aussi bien les pièces noires que les pièces blanches. Sa ruse « réside dans sa capacité à contourner l'interprétation, du moins jusqu'à ce que le noir, dans sa naïve insouciance, puisse jouer jusqu'au bout ce

que le blanc pourrait entreprendre », c'est-à-dire qu'il réalise son œuvre sans se laisser inhiber par « la volonté de comprendre et d'interpréter ». Pour Hermann Burger, l'œuvre se nourrit de l'obscurité. Sa conférence reste obscure elle aussi car il n'opte pas pour une position claire. L'écrivain et le philologue sont des adversaires mais aussi des partenaires, souligne-t-il, car tous deux sont dépendants de la langue. Cette conférence a été éditée par Magnus Wieland et Simon Zumsteg, spécialistes de littérature allemande, dans le cadre d'un recueil qui mène une réflexion avant tout scientifique sur l'œuvre de Burger. **uha**

Magnus Wieland, Simon Zumsteg : *Hermann Burger – Zur zwanzigsten Wiederkehr seines Todestages*. Edition Voldemeer, Zurich et al, 2010, 323 p.



# Les barrages ne sont pas éternels

**Crues et sédiments sont plus dangereux pour les barrages que les tremblements de terre. Pour contrer ces faiblesses, un laboratoire lausannois conseille les constructeurs du monde entier.**

PAR DANIEL SARAGA

**J**uin 2010. Anton Schleiss, directeur du Laboratoire des constructions hydrauliques de l'EPFL, signe un contrat avec la Zambezi River Authority de Zambie. Il s'engage à fournir dans les six mois une analyse du danger qui menace le Kariba, l'un des plus grands barrages d'Afrique: l'érosion. En aval de l'édifice, un trou atteignant déjà plus de septante mètres a été creusé par les trombes d'eau déversées par les évacuateurs mis en action lors des crues du Zambèze. Si rien n'est entrepris, il finira par menacer la stabilité du terrain et le barrage lui-même.

«Les barrages sont toujours dimensionnés pour contenir le maximum d'eau afin de produire le plus d'électricité possible, explique l'ingénieur. Pour éviter que de fortes crues ne les fassent déborder, des évacuateurs sont toujours aménagés, à l'image des trop-pleins qui équipent les baignoires.» Accélérée par une chute d'une centaine de mètres, la vitesse de l'eau dépasse les 100 km/h pour un débit pouvant atteindre les dix millions de litres par seconde (soit vingt fois plus que les capacités des turbines). Résultat: ces jets surpuissants creusent la roche située en aval du barrage. A Lausanne, les trente

chercheurs du laboratoire d'Anton Schleiss forment l'une des rares équipes capables d'effectuer les recherches nécessaires pour estimer l'évolution de ces trous d'affouillement et tester de manière réaliste les solutions possibles. «Les modèles purement théoriques et les simulations numériques ne suffisent pas et doivent être calibrés à l'aide d'expériences réelles», précise le professeur. Dans une grande halle de l'EPFL, les ingénieurs construisent des modèles réduits de barrages suisses et étrangers, afin d'étudier l'écoulement de l'eau dans les vannes d'urgence ou encore la manière dont l'énorme pression de l'eau fissure la roche. Les plus grands modèles sont au 1:30 pour prendre en considération les sédiments, voire au 1:10 pour étudier les effets de l'aération de l'eau.

## Un tremplin à eau

La méthode fonctionne et les recommandations lausannoises sont le plus souvent confirmées dans la réalité. «Nos validations en laboratoire permettent fréquemment au constructeur d'économiser des millions. Nous recevons un feedback, critique ou positif, dans seulement un cas sur dix. Pour le reste, nous estimons que *no news is good news*, fait valoir Anton



Schleiss. La Suisse a toujours exporté son savoir-faire, acquis dès les années 50 avec l'édification de très hauts barrages. J'ai parfois du mal à garder mes meilleurs diplômés pour un doctorat car ils reçoivent avant même la fin des études des offres d'emplois des grands groupes d'ingénieurs spécialisés. Mais je suis aussi heureux d'avoir dans mon équipe de nombreux chercheurs étrangers qui souvent repartent dans leurs pays avec leurs nouvelles connaissances.»

Pour éviter l'érosion due aux chutes d'eau, les ingénieurs conçoivent des «tremplins de saut à ski», des pistes en béton qui accélèrent la vitesse de l'eau et l'éjectent horizontalement afin qu'elle retombe loin du barrage. Une autre stratégie consiste à construire un petit barrage auxiliaire en contrebas afin d'augmenter la profondeur du bassin dans lequel retombe l'eau du trop-plein et atténuer ainsi l'effet d'érosion. «On ne peut pas simplement remplir le trou avec du béton comme un plombage pour une carie car la prochaine crue le détruirait», relève-t-il.

Les crues occasionnent un bon tiers des accidents, surtout lorsqu'il s'agit de barrages à remblais qui ne sont pas construits en béton mais par accumulation de matériaux meubles. Ces problèmes sont plus aigus dans les pays ayant une saison des pluies et où des crues surviennent chaque année. En Suisse, les débits sont relativement modérés, sauf au Tessin. Les normes de sécurité exigent néanmoins que les constructions puissent gérer une crue millénaire, voire des événements extrêmement rares qui devraient, en principe, n'arriver qu'une fois tous les 10000 ans. Cette rareté rend les mesures sur le terrain impossibles et les essais en laboratoire indispensables.

### L'asphyxie des barrages

Un autre danger, invisible, menace la production d'énergie hydraulique: les sédiments qui se déposent, année après année, au fond des lacs des barrages. «A l'étranger, des petites exploitations sont déjà bloquées par les sédiments, après une trentaine d'années de service seulement, note Anton Schleiss. En Suisse, on estime que les barrages seront remplis en moyenne d'ici 300 ans. Mais certains seront déjà menacés d'ici à la fin du siècle.» Les sédiments se déposent au fond du lac et se rapprochent petit à petit du mur, emportés par des avalanches sous-marines. En réduisant la quantité d'eau contenue dans le lac, ils diminuent les réserves d'électricité. Ils finissent par boucher les prises d'eau qui conduisent aux turbines, une mort lente à éviter coûte que coûte. «Il est impensable de draguer les lacs, la

quantité de sédiment est bien trop importante, et les lacs sont souvent inaccessibles. La meilleure solution serait de brasser l'eau avant de turbiner, afin que les sédiments puissent s'échapper comme dans une rivière normale, affirme le scientifique. Nous étudions la possibilité de canaliser des cours d'eau qui se déversent dans le réservoir pour en injecter l'eau pressurisée en profondeur et créer ainsi une turbulence soutenue.» Autres solutions: créer des «paravalanches» sous-marins pour arrêter la progression des sédiments vers le barrage ou encore installer des filets à gros maillages pour favoriser leur accumulation plus haut dans le lac.

«Ce danger est connu des chercheurs depuis les années 50, mais de nombreux constructeurs l'ignorent encore complètement. C'est vraiment dommage car ils risquent de se retrouver avec des problèmes insolubles plus tard», argue-t-il. Le réchauffement climatique aggrave encore la situation. «Nous avons observé des crues plus fréquentes et plus graves. Et le recul des glaciers augmente clairement la quantité des sédiments qui menacent l'exploitation durable des barrages.» Raison supplémentaire de réfléchir à ces problèmes dès la planification de la centrale hydraulique. Pour les barrages aussi, mieux vaut prévenir que guérir.

**Crues et sédiments** mettent les barrages à rude épreuve (ci-dessous, un modèle élaboré dans un laboratoire de l'EPFL; à gauche, le barrage de Karun en Iran).

Photo: Alain Herzog/EPFL



# Moustiques témoins du climat

Des restes de larves d'insectes ont été conservés pendant mille ans dans les sédiments du lac de Silvaplana. Ils contribuent à reconstituer l'histoire des changements climatiques.

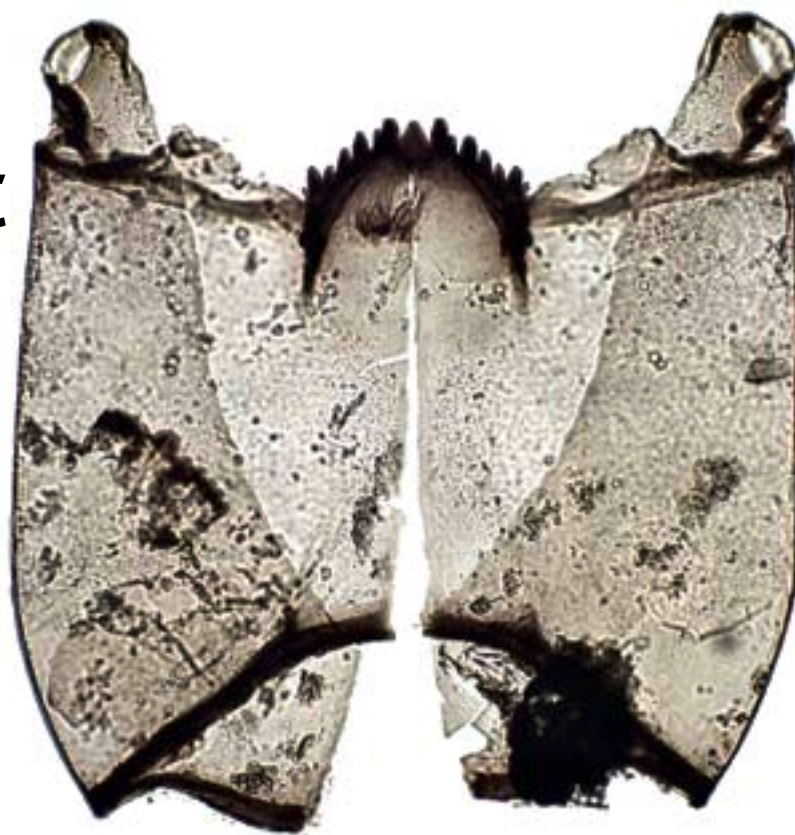
PAR ANTOINETTE SCHWAB

**L**es températures étaient particulièrement élevées au Moyen Âge. Certaines années, les arbres semblent même avoir fleuri en janvier. Et ce n'est qu'aujourd'hui que le climat serait en moyenne encore plus chaud. C'est ce qu'affirment certaines études. Une recherche réalisée par la biologiste Isabelle Larocque arrive toutefois à une conclusion un peu différente. Elle montre que les températures ont affiché au cours du siècle écoulé des valeurs comparables à celles du Moyen Âge, mais pas supérieures. La scientifique qui travaille au Centre Oeschger pour la recherche sur le climat de l'Université de Berne a étudié des larves de moustiques dans le lac de Silvaplana en Haute-Engadine, ou du moins ce qu'il en reste.

## Têtes de larves conservées

Il y a dans le monde pas moins de 5000 espèces de moustiques. Dans l'eau, leurs œufs donnent naissance à des larves. Seules les têtes des larves ont pu être conservées. Grâce à elles, il est possible de les reconnaître et de les différencier. Et comme les espèces changent d'endroits en fonction de la température, il est ainsi possible de retracer l'histoire du climat. Le lac de Silvaplana est particulièrement approprié pour ce type d'étude parce que ses sédiments se modifient selon un rythme annuel. A la manière de ce qu'on fait avec les cernes des arbres, on peut recenser ces couches sédimentaires annuelles appelées varves et obtenir ainsi un tableau chronologique pour les fossiles qui y sont déposés.

Grâce à sa méthode, la scientifique arrive plus ou moins aux mêmes conclusions que d'autres études. Pendant la période chaude du Moyen Âge, le glacier d'Aletsch a connu une poussée aux alentours de l'an 1100. Le climat s'était refroidi. A cette époque, le lac de Silvaplana abritait également des larves de moustiques qui préféraient des températures plus fraîches. Les températures les plus froides ont toute-



fois été enregistrées en 1659, pendant le petit âge glaciaire, peu d'années avant que le glacier d'Aletsch n'atteigne sa taille maximale. La chercheuse a fait le décompte des années et a déterminé la nature des larves. Jusqu'ici, personne n'avait utilisé cette méthode avec une telle précision.

Mais pourquoi avoir recours à d'autres méthodes si elles donnent les mêmes résultats que celles utilisées jusqu'ici ? La recherche fait partie d'une étude plus large et c'est là que se trouve la réponse. Dans le cadre du « projet Millénium », divers instituts de toute l'Europe cherchent en effet à trouver la meilleure méthode pour reconstruire le climat des mille dernières années.

## Une méthode qui tient la route

Toutes ont leurs avantages et inconvénients. Par exemple, les sols marécageux ne permettent pas une datation précise, les documents historiques font généralement référence à des événements extrêmes, la dendrochronologie ne livre des résultats que pour la période de végétation. De manière générale, d'autres facteurs que la température jouent un rôle important dans les méthodes biologiques, par exemple l'offre de nutriments. Une comparaison définitive n'a pas encore été réalisée, mais Isabelle Larocque est persuadée que sa méthode tient bien la route. « Les résultats obtenus sont étonnamment précis », note-t-elle. Elle prévoit d'ailleurs déjà une prochaine étude, dans le lac de Seeborg, non loin de Gstaad. ■

**Un corset ?** Non, l'enveloppe de la tête d'une larve de moustique conservée dans des sédiments lacustres.

Photo : Nicolas Rolland





Enrichir l'alimentation en fer n'était jusqu'ici pas une opération facile.

## Poudre de fer dans le muesli

Le fer est particulièrement rare dans l'alimentation, pas seulement dans le Tiers Monde, mais aussi dans les pays industrialisés. Fatigue, anémie et problèmes de croissance font partie des nombreux symptômes d'une carence en fer. Celle-ci touche notamment les femmes et les enfants. Enrichir l'alimentation en fer n'était jusqu'ici pas facile : le fer n'est pas soluble dans l'eau et est mal absorbé par l'organisme. Le sulfate ferreux qui est soluble dans l'eau n'est pas non plus optimal car il modifie l'odeur et la couleur de la nourriture à laquelle il est ajouté. Michel Zimmermann et ses collègues de l'Institute of Food, Nutrition and Health de l'EPFZ ont fait une découverte prometteuse : une fois réduit à l'état de nanoparticules invisibles à l'œil nu et mélangé à du zinc et à du magnésium, le fer est bien absorbé par l'organisme. « Cette transformation en nanoparticules a normalement lieu dans l'organisme. Nous l'anticipons en quelque sorte », souligne Michael Zimmermann. Autre avantage : sous cette forme et dans cette combinaison, le fer ne modifie pas la couleur des aliments. L'apport en zinc fait aussi sens car une carence en zinc est souvent associée à une carence en fer. Les chercheurs effectuent maintenant des tests pour savoir si des denrées de base comme la farine ou le riz pourront à l'avenir être enrichies de cette manière. En Occident, et donc également en Suisse, cette poudre pourrait être ajoutée aux céréales du petit-déjeuner ou aux aliments pour enfants. **Daniela Kuhn**

## Mangeurs de méthane au fond de la mer

Des chercheurs de l'EPFZ ont, avec des collègues de l'Institut Max Planck de Marbourg, réussi à mettre en lumière un phénomène naturel jusqu'ici peu étudié. Dans les sédiments marins, des microorganismes absorbent des quantités énormes de méthane, un gaz à effet de serre. Un processus qui n'a rien d'évident dans cet environnement dépourvu d'oxygène. Les scientifiques ont maintenant pu montrer comment ces « mangeurs de méthane », découverts récemment et appelés archaea ANME, procèdent. Pour absorber le méthane, ils utilisent comme catalyseur une enzyme de nickel comparable à celle employée par les archaea

présentes dans la vase organique des eaux douces. Ces dernières y ont toutefois recours pour un objectif inverse : produire du méthane. « Nous avons pour la première fois pu confirmer directement l'hypothèse de la méthanogénèse inverse », se réjouissent les chimistes Silvan Scheller et Bernhard Jaun. L'absorption du méthane dans les fonds marins est aussi importante pour des questions climatiques. On estime que les microbes « mangent » chaque année de 70 à 300 millions de tonnes de méthane, empêchant ainsi ce gaz – qui contribue fortement à l'effet de serre – de se répandre dans l'atmosphère. **Katharina Truninger**



Gregorio Borgia/AP/Keystone

A Rome, les étés risquent de devenir de plus en plus caniculaires.

## Vagues de chaleur de plus en plus dangereuses

Les vagues de chaleur seront plus fréquentes et plus extrêmes en Europe au XXI<sup>e</sup> siècle. C'est ce que montrent des modèles développés par des chercheurs de l'EPFZ dans le cadre du Pôle de recherche national Climat. Les effets les plus importants sont attendus en Europe du Sud. Dans la péninsule Ibérique et sur le pourtour de la Méditerranée, une vague de chaleur se produit aujourd'hui tous les trois à cinq ans. Dans les années 2020 à 2040, cela devrait en moyenne être le cas tous les étés. Et à la fin du siècle, il pourrait même y avoir deux à cinq épisodes de très fortes chaleurs pendant la belle saison. Cette hausse des températures aura des conséquences sanitaires qui se traduiront par

une augmentation des décès ou des états d'épuisement, des crampes et des coups de chaleur.

Ce risque sera particulièrement élevé lorsque l'air n'arrivera pas à se rafraîchir la nuit après plusieurs jours de chaleur et que l'humidité sera forte. Les risques sanitaires seront notamment importants pour les gens vivant dans les vallées fluviales de l'Europe du Sud, comme la plaine du Pô ou le delta du Danube, ainsi que le long de la côte méditerranéenne, estiment les scientifiques placés sous la direction d'Erich Fischer et Christoph Schär. Des grandes villes comme Athènes, Bucarest, Marseille, Milan, Rome et Naples seront particulièrement touchées. **vo**



## « Notre travail rencontre un vif intérêt dans les écoles »

l'ampleur de leurs souffrances, par les émotions, les conflits et les relations problématiques liées à ces classes time-out. Officiellement, cet instrument bénéficie aux élèves, mais en vérité il soulage surtout l'école.

### Pourquoi l'intégration échoue-t-elle ?

Le placement de ces jeunes en classe time-out n'est que marginalement dû à leur comportement. Les problèmes ont des causes très diverses : il y a des cas de mobbing, de conflits entre jeunes et enseignants ou entre enseignants et parents, des jeunes enseignants dépassés, des classes difficiles, des familles problématiques, et enfin des instances spécialisées – autorités de tutelle, tribunal des mineurs, thérapeutes et autres – qui poursuivent des objectifs différents.

**D'après vos résultats, l'instrument du time-out n'est pas adapté à la réalité. Il est pourtant utilisé dans de nombreux cantons. Comment l'expliquez-vous ?**

En fait, le time-out est en contradiction avec la politique actuelle de l'éducation qui vise à supprimer les classes à effectifs réduits et les classes spéciales. L'école intégrative vise à garder aussi longtemps que possible tous les enfants – même ceux qui ont des handicaps. Cela multiplie les exigences à l'égard des enseignants. Le time-out permet de les décharger lorsqu'il y a des problèmes avec un élève.

### Qui est forcé d'aller en classe time-out ?

« Forcé » est malheureusement le bon adjectif : les classes time-out sont géographiquement séparées de l'école et ont souvent un caractère de contrainte ou de sanction. Il arrive que la durée de séjour

**L'instrument pédagogique des classes «time-out» est destiné à recadrer des écoliers difficiles. Mais les conditions dans lesquelles on y recourt manquent souvent de transparence.**

PAR URS HAFNER

PHOTO STEFAN SCHAUFELBERGER

**Susanne Brüggén, avec les classes time-out ou classes relais, l'école publique dispose d'un instrument qui lui permet d'exclure temporairement les élèves difficiles. Qu'attend-elle de cette mesure ?**

On part du principe que certains jeunes présentent des troubles du comportement et perturbent l'enseignement. Une fois leurs problèmes traités sur un site distinct,

les élèves sont censés retourner dans leur classe. L'objectif étant leur réintégration.

### Cette stratégie fonctionne-t-elle ?

Partiellement. Seul un tiers des cas que nous avons étudiés ont réintégré leur classe et certains d'entre eux ont échoué. Un autre tiers a été maintenu dans l'école régulière, les autres ont été placés soit en institution spécialisée ou en établissement psychiatrique, soit expulsés définitivement de l'école. Nombre d'entre eux sont frustrés. Nous avons été surpris par



maximale de trois mois soit dépassée, toujours dans l'idée d'une sanction. Les jeunes n'ont pas le droit d'avoir de contact avec leur classe et de se tenir dans le périmètre de l'école – une mesure extrêmement problématique dans la perspective de l'intégration. Ce sont essentiellement des garçons issus de milieux défavorisés et d'origine étrangère qui sont concernés

## « Le time-out est en contradiction avec la politique actuelle de l'éducation. »

par cette mesure. Or celle-ci risque de les pénaliser encore davantage : ils sont privés de certains enseignements et le time-out est signalé dans leur bulletin scolaire, ce qui complique la recherche d'une place d'apprentissage.

### A quoi ressemble le quotidien scolaire de ces jeunes ?

En matinée, de l'enseignement, l'après-midi, des travaux de jardinage ou d'étébénisterie ou des excursions à vélo. Dans les branches principales, ces jeunes sont censés ne pas prendre de retard sur leur classe, mais c'est difficile. Ils viennent de classes et d'écoles avec des niveaux inégaux, n'arrivent pas en même temps et ne repartent pas en même temps, leurs enseignants n'ont presque aucun contact avec l'école régulière, les livres manquent, on ne spécifie pas qui fournit quoi et à qui. L'enseignement n'est pas structuré partout. Dans les cas extrêmes, on se contente de tuer le temps.

### Qui décide d'envoyer un jeune en time-out ?

En principe, le maître de classe, l'assistant social, le directeur de l'établissement, la direction des écoles qui autorise le budget ainsi que la personne qui dirige la classe time-out. Mais l'assignation se fait souvent de façon peu transparente. Si par exemple l'autorité de tutelle exerce une pression, cela peut aller très vite. Parfois, l'affaire traîne des mois. Il arrive que l'on ne

tienne pas compte de l'avis des parents ou des enseignants des classes time-out. Ces derniers sont pris par surprise et doivent admettre des jeunes sans savoir ce qui s'est passé avant.

### Voyez-vous des alternatives ?

Chaque jeune en difficulté s'inscrit dans une constellation complexe. Fondamentalement, toute forme de mise à l'écart ou de soutien spécial devrait avoir lieu dans le cadre de l'établissement scolaire. Et les jeunes ne devraient pas être éloignés trop longtemps de leur classe, seulement de manière ponctuelle. L'école où ils sont inscrits devrait continuer à en avoir la responsabilité. Et s'il y a time-out, ce doit être dans une perspective de soutien, pas de sanction. En cas de conflit entre enseignant et jeune ou entre enseignant et famille, un changement d'établissement peut constituer la meilleure solution – sans passer par le time-out.

### Les élèves sont-ils aujourd'hui dépassés ?

Dépassé n'est pas le mot juste. La relation entre enseignants, parents et élèves a rapidement tendance à dérailler. Les jeunes n'ont plus toujours les compétences nécessaires pour l'école et ne répondent donc pas aux attentes des enseignants. A l'inverse, il y a de grandes différences en termes de vision des rôles. Ainsi, certains enseignants se mêlent de la vie privée des enfants, contrôlent leur comportement pendant leurs loisirs et veulent éduquer leurs parents.

## Classes time-out

Les classes time-out sont une méthode issue de la pédagogie spécialisée à laquelle recourent de nombreux cantons. Elle vise à scolariser temporairement et à clarifier la situation d'élèves de 12 à 15 ans présentant des troubles du comportement. L'objectif est leur réintégration dans l'école régulière. La durée de séjour en classe time-out est limitée à trois mois au maximum. Il n'existe pas de chiffres officiels sur les jeunes concernés.

## Susanne Brüggén

Susanne Brüggén est collaboratrice scientifique dans le domaine de la recherche à la Haute école pédagogique de Thurgovie et chargée de cours en sociologie à la California State University Channel Islands. A la Haute école de Thurgovie, elle dirige le projet de recherche soutenu par le FNS « L'inclusion par l'exclusion temporaire ? Une étude qualitative des classes time-out ».

### Vous menez votre recherche en collaboration avec les autorités scolaires cantonales et communales. Cela complique-t-il votre travail ?

C'est à la fois un grand défi et une chance. Sans les écoles, nous n'aurions pas eu accès au terrain de recherche. Mais nous ne pouvons pas remplir de fonction légitimatrice. Or l'école attend que nous confirmions sa pratique et que nous la justifions au niveau de la politique de l'éducation.

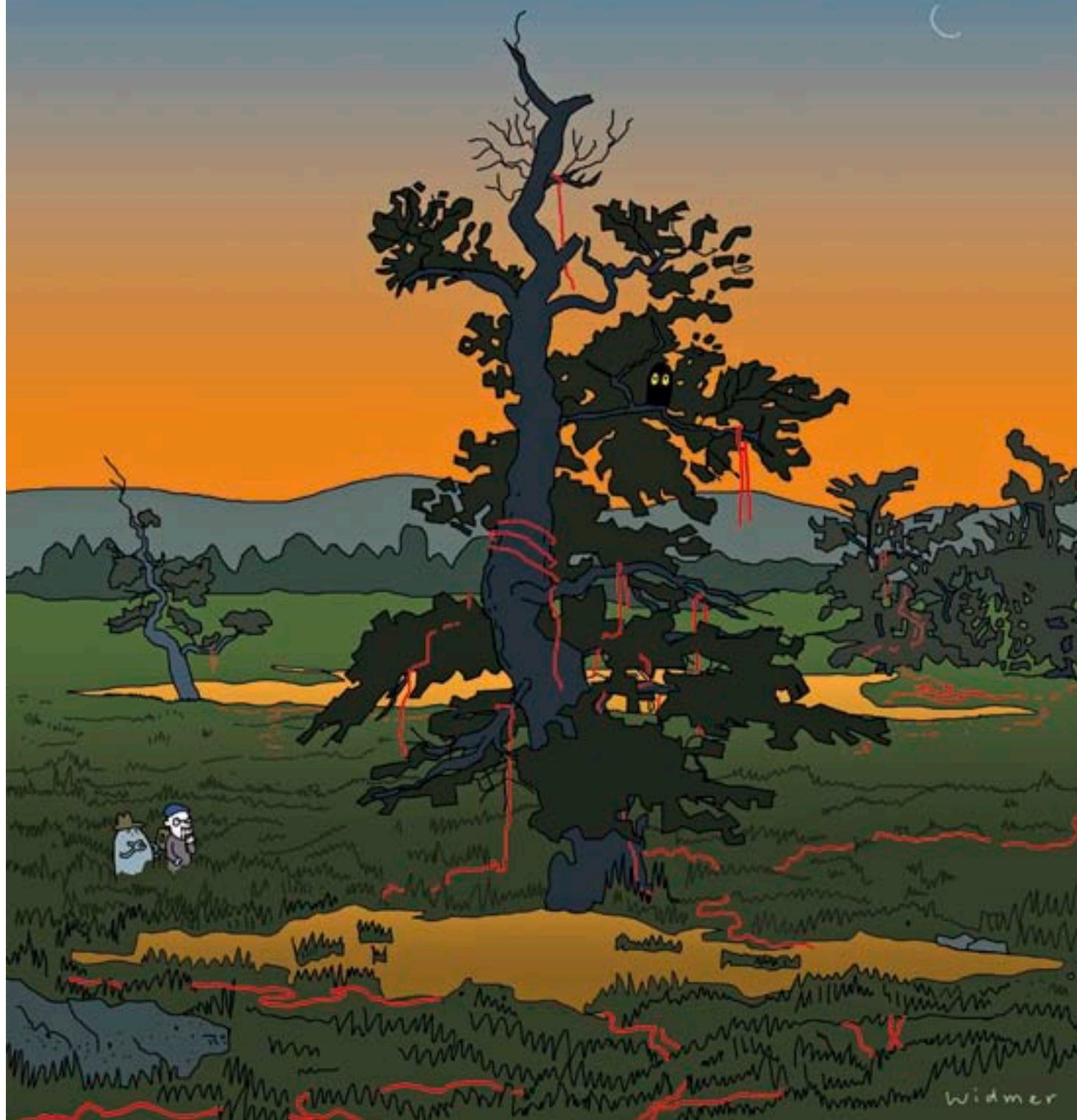
### Comment vos partenaires ont-ils réagi face aux résultats ?

Le fait que la sélection des élèves se passe de manière peu transparente les a beaucoup irrités. Ils auraient souhaité que nous leur donnions des instructions pour agir et auraient aimé connaître précisément l'impact du time-out. Mais ce n'est pas facile à dire – notamment dans une perspective à long terme.

### Les résultats de votre recherche ne seront donc pas intégrés dans la pratique ?

Si. Une commune scolaire a choisi de renoncer à introduire un time-out en tant que sanction lourde. Dans de nombreuses écoles, notre travail rencontre un vif intérêt et nous recevons régulièrement des demandes. Nous sommes au moins en mesure de citer les points faibles. Et nous recommandons de régler à l'avenir ce genre d'assignation sur le plan cantonal, afin d'assurer transparence et harmonisation. De ce point de vue, notre travail a une grande utilité pour la pratique. ■

Avant d'être domptés et rendus rectilignes en 1960, les rayons laser ressemblaient à de grands spaghettis éparpillés dans la nature (les anciens s'en souviennent encore très bien!)





# L'indépendance de la recherche

Un système composé de chercheurs totalement indépendants ne donne pas nécessairement les meilleurs résultats du point de vue de l'intérêt de la société.

L'indépendance de la recherche est néanmoins un bien précieux. Celui-ci est-il menacé ? Si oui, comment le préserver ?

PAR DOMINIQUE FORAY

**L'**indépendance est pluridimensionnelle. Il y a l'indépendance en matière de choix de domaines et de décisions de recherche, l'indépendance quant à l'utilisation des résultats de la recherche et celle de l'expertise.

La première dimension ne semble pas beaucoup plus menacée aujourd'hui qu'hier. Ce qui est en question ici a principalement trait aux relations de collaboration entre l'université et l'industrie ainsi qu'à la façon dont cette dernière peut intervenir dans la définition des agendas de recherche. Depuis fort longtemps, les chercheurs académiques contribuent à la résolution des problèmes posés par la mise en œuvre de nouvelles technologies dans un cadre industriel. Dès le début du XX<sup>e</sup> siècle, le MIT aux Etats-Unis s'est présenté comme une école « perméable » et a créé divers mécanismes pour que cette liaison fonctionne bien. Les choix des domaines et des thèmes sont faits dans ce cadre et ne viennent pas fondamentalement altérer l'indépendance de la recherche.

L'indépendance quant à l'utilisation des résultats de recherche pose aujourd'hui plus de questions. L'utilisation intensive de la propriété intellectuelle pour protéger les résultats de recherche semble procéder d'une préoccupation légitime : il s'agit de sécuriser les investissements consentis pour permettre la traduction d'une idée ou d'un savoir en un produit commercialisable.

Le principe de la licence exclusive cédée à une entreprise permet la création de cet environnement économique sécurisé, sans lequel celle-ci n'engagerait pas d'investissements lourds sur des projets incertains. Mais en cédant une licence exclusive, le chercheur perd la maîtrise de la circulation de son « œuvre », n'est plus libre de réutiliser la connaissance produite, de la proposer à d'autres ou simplement de la déposer dans le domaine public. Dans certaines circonstances, la privatisation des outils et des résultats de



EPFL

recherche bloque le progrès des sciences. Dans ces cas, la création de « biens communs de recherche » légalement protégés, par exemple des licences publiques pour mettre les résultats de recherche à l'abri d'une utilisation par des privés, est certainement souhaitable.

Le problème posé par l'expertise est sans aucun doute le plus aigu. La recherche académique assume traditionnellement un rôle d'expertise indépendante lorsque les décisions qui doivent être prises par la société ont une dimension scientifique. Les affaires dans lesquelles les chercheurs sont soupçonnés d'avoir perdu leur indépendance, par exemple face aux intérêts économiques de certaines grandes entreprises, semblent se multiplier.

Une transparence totale à propos de l'identité des experts et une information claire sur leurs possibles relations avec l'économie sont des exigences aujourd'hui incontournables, mais encore peu respectées. L'exigence n'est toutefois pas seulement du côté de ceux qui les sollicitent (gouvernements, organisations internationales, entreprises). Elle concerne aussi ceux qui les emploient – les universités. Celles-ci doivent soutenir sans faille leurs chercheurs, même quand ceux-ci obtiennent et publient des résultats qui peuvent déranger les affaires de sponsors existants ou potentiels. Là encore, ce n'est pas évident ! ■

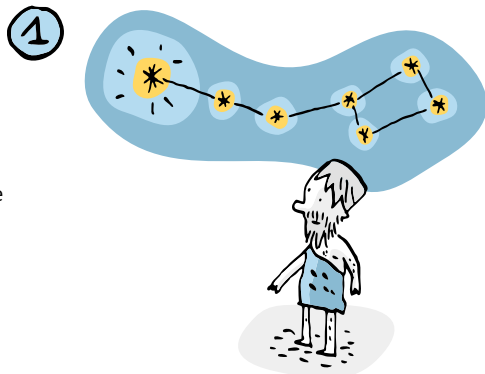
Dominique Foray dirige la Chaire en économie et management de l'innovation de l'EPFL. Il est membre de la Division recherche orientée du Conseil national de la recherche du FNS.

# Comment ne pas perdre le nord

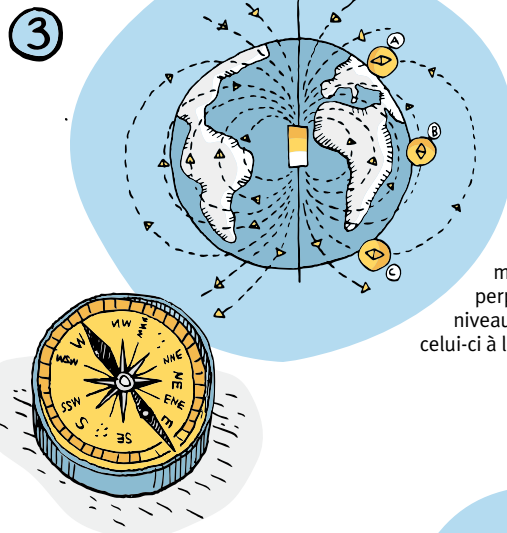
PAR PHILIPPE MOREL

ILLUSTRATIONS STUDIO KO

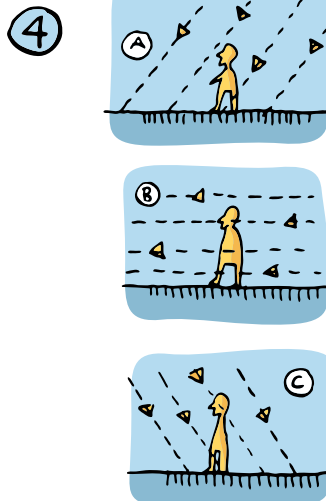
Maintenir un cap pour atteindre une destination précise nécessite des repères fiables. Dans notre hémisphère, l'étoile polaire indique fidèlement le nord car elle se situe dans le prolongement de l'axe de rotation de la Terre, mais elle n'est visible que par nuit claire. Le point de culmination du Soleil indique lui le sud, une fois par jour, s'il fait beau.



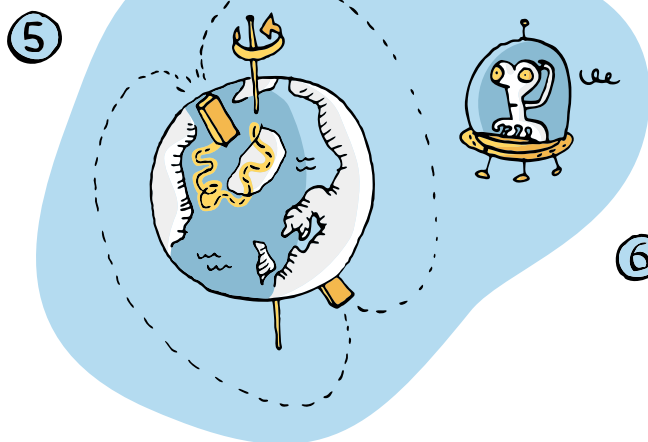
Il y a plus de mille ans, les Chinois découvrent qu'une baguette aimantée pouvant pivoter librement s'oriente selon un axe N-S: la boussole – ou « poisson indiquant le sud » en chinois – est née. Cette invention stratégique permet aux armées de s'orienter jour et nuit, quelle que soit la visibilité.



La boussole exploite le champ magnétique de la Terre. Cette dernière se comporte, en première approximation, comme un aimant à deux pôles. Des lignes de champ vont du pôle magnétique N au pôle magnétique S. Elles sont perpendiculaires au sol au niveau des pôles et parallèles à celui-ci à l'équateur.



L'aiguille aimantée de la boussole s'aligne sur les lignes de champ. Comme elles ne sont parallèles au sol qu'à l'équateur, une extrémité de l'aiguille penche plus ou moins vers le sol. Il faut donc lester l'autre afin que l'aiguille ne touche pas le cadran. Une boussole conçue pour l'hémisphère N ne fonctionne donc pas dans l'hémisphère S car le lest se trouve du mauvais côté.



Les pôles magnétiques terrestres ne correspondent pas aux pôles géographiques. Aujourd'hui, environ mille kilomètres séparent les deux pôles N. Et les pôles magnétiques bougent de plusieurs kilomètres par jour autour d'une position moyenne, qui se déplace elle aussi de plusieurs dizaines de kilomètres par an.

De plus, des inhomogénéités dans la croûte et le manteau terrestres viennent perturber l'arrangement des lignes de champ. Si l'on néglige ces deux effets, une boussole n'indique ni le N géographique, ni le N magnétique, mais uniquement l'orientation du champ magnétique de la Terre à un endroit et à un moment donnés. De quoi perdre le nord!

L'exposition « James Cook et la découverte du Pacifique » est notamment consacrée à la navigation maritime. Elle est visible du 7 octobre 2010 au 13 février 2011 au Musée Historique de Berne, Helvetiaplatz 5, Berne, [www.bhm.ch](http://www.bhm.ch)

Page réalisée en collaboration avec l'Espace des Inventions, Lausanne.



Septembre à décembre 2010

**Cafés scientifiques**

**Neuchâtel:** « Sciences : exactes vs humaines, le grand 'faussé' ? » (8 septembre) ;  
 « Vers des OGM écologiquement corrects » (13 octobre) ;  
 « Diagnostic prénatal, une vision de la 'normalité' ? » (10 novembre)  
**Café des Arts (sauf exception), rue Pourtalès 5, 2000 Neuchâtel, de 18h00 à 19h30**  
[www.unine.ch/cafescientifique](http://www.unine.ch/cafescientifique)

Jusqu'au 15 octobre 2010

**« Toile de vie »**

Collège du Sud  
 Route de Léchère 40  
 1630 Bulle  
[www.biodiversite.ch](http://www.biodiversite.ch)

Jusqu'au 7 novembre 2010

**« Arche de la biodiversité »**

Centre Pro Natura  
 Champ-Pittet  
 1400 Cheseaux-Noréaz  
[www.pronatura.ch/champ-pittet](http://www.pronatura.ch/champ-pittet)

Jusqu'au 2 janvier 2011

**« Entrez dans la tombe ! »**

Laténium  
 Parc et musée d'archéologie de Neuchâtel  
 Espace Paul Vouga  
 2068 Hauterive  
[www.latenium.ch](http://www.latenium.ch)

Du 21 septembre 2010 au 4 septembre 2011

**« Supervolcan »**

Musée d'histoire naturelle  
 Route de Malagnou 1  
 1208 Genève  
[www.ville-ge.ch/mhng](http://www.ville-ge.ch/mhng)

Du 9 octobre 2010 au 8 mai 2011

**« Agate et Jaspe »**

Musée d'histoire naturelle  
 Chemin du Musée 6  
 1700 Fribourg  
[www.fr.ch/mhn](http://www.fr.ch/mhn)

Du 13 novembre 2010 au 13 février 2011

**« Des sangliers et des hommes »**

Musée d'histoire naturelle  
 Chemin du Musée 6  
 1700 Fribourg  
[www.fr.ch/mhn](http://www.fr.ch/mhn)

# «A l'eau!»

Une belle invitation à l'heure caniculaire où je visite cette exposition du photographe fribourgeois Michel Roggo!

A défaut d'une piscine rafraîchissante, je plonge avec mes deux petits garçons dans l'univers des truites, perches et autres saumons. Nous suivons l'artiste et ses modèles dans les torrents alpins, les rivières canadiennes ou les lacs islandais. Au milieu de décors aux formes et couleurs surréalistes, ils flottent, tels des dirigeables organiques au milieu d'îles végétales suspendues dans l'espace.

Loin du « Monde de Nemo », ces poissons intriguent, et inquiètent parfois, mes enfants. Sur les tirages grand format, certains n'ont pas l'air commodes – « Papa, c'est un requin celui-là ? ». En l'absence de repères connus, leur taille est proportionnelle à celle de l'imagination enfantine. Plus loin, Michel Roggo capture les premiers instants de ces vies aquatiques. Images envoûtantes que celles de ces œufs et de ces larves – et si ces futurs saumons savaient la périlleuse migration qui les attend!

La musique nous mène vers un diaporama. De zoom en travelling, nous plongeons dans les couleurs hallucinantes d'une faille géologique, puis dans une tourbière où des carpes nagent dans un brouillard rouge et or. Les enfants entament alors une série de « ouah ! » enthousiastes. Au terme de la projection, il me faut user de persuasion pour quitter la salle.

Nous achevons la visite par le visionnement de deux films. L'un révèle le côté technique des prises de vues et donne la parole au photographe qui raconte sa fascination pour les rivières et la Singine en particulier. L'autre revient sur la (quasi) disparition de certaines espèces en Suisse, comme le nase. Des images qui prennent ici un sens particulier. A cause des rejets d'une décharge située à quelques kilomètres, la chaire des poissons de la Sarine est chargée de PCB: la pêche est donc partiellement interdite dans la rivière coulant en contrebas du musée. **pm ■**

Michel Roggo



« A l'eau ! » est à voir jusqu'au 3 octobre 2010 au Musée d'histoire naturelle de Fribourg ([www.fr.ch/mhn](http://www.fr.ch/mhn)).

